This is a digital copy of a book that was preserved for generations on library shelves before it was carefully scanned by Google as part of a project to make the world's books discoverable online.

It has survived long enough for the copyright to expire and the book to enter the public domain. A public domain book is one that was never subject to copyright or whose legal copyright term has expired. Whether a book is in the public domain may vary country to country. Public domain books are our gateways to the past, representing a wealth of history, culture and knowledge that's often difficult to discover.

Marks, notations and other marginalia present in the original volume will appear in this file - a reminder of this book's long journey from the publisher to a library and finally to you.

Usage guidelines

Google is proud to partner with libraries to digitize public domain materials and make them widely accessible. Public domain books belong to the public and we are merely their custodians. Nevertheless, this work is expensive, so in order to keep providing this resource, we have taken steps to prevent abuse by commercial parties, including placing technical restrictions on automated querying.

We also ask that you:

+ *Make non-commercial use of the files* We designed Google Book Search for use by individuals, and we request that you use these files for personal, non-commercial purposes.
+ *Refrain from automated querying* Do not send automated queries of any sort to Google's system: If you are conducting research on machine translation, optical character recognition or other areas where access to a large amount of text is helpful, please contact us. We encourage the use of public domain materials for these purposes and may be able to help.
+ *Maintain attribution* The Google "watermark" you see on each file is essential for informing people about this project and helping them find additional materials through Google Book Search. Please do not remove it.
+ *Keep it legal* Whatever your use, remember that you are responsible for ensuring that what you are doing is legal. Do not assume that just because we believe a book is in the public domain for users in the United States, that the work is also in the public domain for users in other countries. Whether a book is still in copyright varies from country to country, and we can't offer guidance on whether any specific use of any specific book is allowed. Please do not assume that a book's appearance in Google Book Search means it can be used in any manner anywhere in the world. Copyright infringement liability can be quite severe.

About Google Book Search

Google's mission is to organize the world's information and to make it universally accessible and useful. Google Book Search helps readers discover the world's books while helping authors and publishers reach new audiences. You can search through the full text of this book on the web at `http://books.google.com/`

A propos de ce livre

Ceci est une copie numérique d'un ouvrage conservé depuis des générations dans les rayonnages d'une bibliothèque avant d'être numérisé avec précaution par Google dans le cadre d'un projet visant à permettre aux internautes de découvrir l'ensemble du patrimoine littéraire mondial en ligne.

Ce livre étant relativement ancien, il n'est plus protégé par la loi sur les droits d'auteur et appartient à présent au domaine public. L'expression "appartenir au domaine public" signifie que le livre en question n'a jamais été soumis aux droits d'auteur ou que ses droits légaux sont arrivés à expiration. Les conditions requises pour qu'un livre tombe dans le domaine public peuvent varier d'un pays à l'autre. Les livres libres de droit sont autant de liens avec le passé. Ils sont les témoins de la richesse de notre histoire, de notre patrimoine culturel et de la connaissance humaine et sont trop souvent difficilement accessibles au public.

Les notes de bas de page et autres annotations en marge du texte présentes dans le volume original sont reprises dans ce fichier, comme un souvenir du long chemin parcouru par l'ouvrage depuis la maison d'édition en passant par la bibliothèque pour finalement se retrouver entre vos mains.

Consignes d'utilisation

Google est fier de travailler en partenariat avec des bibliothèques à la numérisation des ouvrages appartenant au domaine public et de les rendre ainsi accessibles à tous. Ces livres sont en effet la propriété de tous et de toutes et nous sommes tout simplement les gardiens de ce patrimoine. Il s'agit toutefois d'un projet coûteux. Par conséquent et en vue de poursuivre la diffusion de ces ressources inépuisables, nous avons pris les dispositions nécessaires afin de prévenir les éventuels abus auxquels pourraient se livrer des sites marchands tiers, notamment en instaurant des contraintes techniques relatives aux requêtes automatisées.

Nous vous demandons également de:

+ *Ne pas utiliser les fichiers à des fins commerciales* Nous avons conçu le programme Google Recherche de Livres à l'usage des particuliers. Nous vous demandons donc d'utiliser uniquement ces fichiers à des fins personnelles. Ils ne sauraient en effet être employés dans un quelconque but commercial.

+ *Ne pas procéder à des requêtes automatisées* N'envoyez aucune requête automatisée quelle qu'elle soit au système Google. Si vous effectuez des recherches concernant les logiciels de traduction, la reconnaissance optique de caractères ou tout autre domaine nécessitant de disposer d'importantes quantités de texte, n'hésitez pas à nous contacter. Nous encourageons pour la réalisation de ce type de travaux l'utilisation des ouvrages et documents appartenant au domaine public et serions heureux de vous être utile.

+ *Ne pas supprimer l'attribution* Le filigrane Google contenu dans chaque fichier est indispensable pour informer les internautes de notre projet et leur permettre d'accéder à davantage de documents par l'intermédiaire du Programme Google Recherche de Livres. Ne le supprimez en aucun cas.

+ *Rester dans la légalité* Quelle que soit l'utilisation que vous comptez faire des fichiers, n'oubliez pas qu'il est de votre responsabilité de veiller à respecter la loi. Si un ouvrage appartient au domaine public américain, n'en déduisez pas pour autant qu'il en va de même dans les autres pays. La durée légale des droits d'auteur d'un livre varie d'un pays à l'autre. Nous ne sommes donc pas en mesure de répertorier les ouvrages dont l'utilisation est autorisée et ceux dont elle ne l'est pas. Ne croyez pas que le simple fait d'afficher un livre sur Google Recherche de Livres signifie que celui-ci peut être utilisé de quelque façon que ce soit dans le monde entier. La condamnation à laquelle vous vous exposeriez en cas de violation des droits d'auteur peut être sévère.

À propos du service Google Recherche de Livres

En favorisant la recherche et l'accès à un nombre croissant de livres disponibles dans de nombreuses langues, dont le français, Google souhaite contribuer à promouvoir la diversité culturelle grâce à Google Recherche de Livres. En effet, le Programme Google Recherche de Livres permet aux internautes de découvrir le patrimoine littéraire mondial, tout en aidant les auteurs et les éditeurs à élargir leur public. Vous pouvez effectuer des recherches en ligne dans le texte intégral de cet ouvrage à l'adresse `http://books.google.com`

Stanford University Libraries
3 6105 008 138 906

BRANNER
EARTH SCIENCES LIBRARY

REVUE

DE GÉOLOGIE

POUR L'ANNÉE 1861

II

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Ce, rue Racine, 26.

REVUE
DE GÉOLOGIE
POUR L'ANNÉE 1861

PAR

M. DELESSE,

PRÉSIDENT DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE,
INGÉNIEUR DES MINES, PROFESSEUR DE GÉOLOGIE A L'ÉCOLE NORMALE,
ASSOCIÉ ÉTRANGER DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE LONDRES.

ET

M. LAUGEL,

INGÉNIEUR DES MINES, SECRÉTAIRE DE LA SOCIÉTÉ GÉOLOGIQUE DE FRANCE.

Un extrait de cette Revue a été publié dans les *Annales des mines*, tome II, 1862.

PARIS.

DUNOD, ÉDITEUR,

SUCCESSEUR DE V^er DALMONT,

Précédemment Carilian-Gœury et Victor Dalmont,

LIBRAIRE DES CORPS IMPÉRIAUX DES PONTS ET CHAUSSÉES ET DES MINES,

Quai des Augustins, n° 49.

1862

Gm

550.5
R451

PRÉFACE.

La géologie étend chaque jour son empire; dans tous les pays civilisés et dans leurs colonies, même les plus lointaines, on recueille avec empressement les faits qui peuvent servir à éclairer l'histoire de la terre. C'est le propre de la science moderne, et cette observation s'applique surtout aux sciences naturelles, de ne pas progresser seulement par les efforts de quelques puissants génies, mais de recevoir encore une impulsion continuelle par la coopération d'une foule de travailleurs, quelquefois aussi obscurs qu'ils sont dévoués. A la suite des grands noms de ceux qu'on pourrait appeler les pères de la géologie, se presse aujourd'hui un nombre toujours croissant de noms qui, pour n'être pas environnés de gloire, n'en sont pas moins dignes d'une grande estime.

Les créateurs ou les rénovateurs des sciences ont d'ordinaire l'avantage d'être appuyés sur quelque grande doctrine : si par là ils risquent d'être entraînés, dans de certaines occasions, au delà de la vérité, on ne peut nier qu'ils n'empruntent une force considérable aux idées systématiques qui les soutiennent. Cet avantage manque au contraire à leurs continuateurs; et ce qui contribue à rendre parfois stériles beaucoup de travaux méritoires dus à des

observateurs ordinaires, c'est qu'ils demeurent sans lien commun, qu'ils ne se résument dans aucune synthèse ; c'est que, épars dans les nombreux recueils savants, ils n'arrivent souvent même pas à une publicité générale et risquent de demeurer ignorés. Nous sommes convaincus que le simple rapprochement de semblables études est propre à en faire apprécier, peut-être même à en augmenter la valeur ; en juxtaposant des observations faites de divers côtés sur des sujets semblables, on a l'espérance d'en voir jaillir une pensée commune, surgir l'évidence d'une erreur ou d'une vérité.

Nous sommes entrés dans la seconde année de notre publication, et, comme l'année dernière, nous avons cherché à présenter aux géologues une analyse succincte, fidèle, méthodique des travaux si nombreux qui, en tous lieux et à tout moment, contribuent à enrichir la science. On trouvera, nous l'espérons, que ce nouveau volume, par l'abondance des matières, par l'ordre établi dans la classification, est en progrès sur le précédent.

Nous avons du reste profité d'une circonstance spéciale qui mettait à notre disposition un grand nombre de collections intéressantes venues de tous les points du globe : nous voulons parler de l'Exposition universelle de Londres en 1862. L'examen de ces belles collections et des cartes géologiques si remarquables qui s'y trouvaient jointes, nous a permis d'intercaler dans notre travail des observations inédites et dont quelques-unes ne sont pas sans importance.

La Revue de géologie n'a d'ailleurs d'autre prétention que de coordonner et de condenser une foule de découvertes dont la recherche est souvent très-longue ou difficile, quelquefois même impossible ; bien peu de bibliothèques possèdent, en effet, les nombreux ouvrages de géologie qui se publient

GENERAL BOOKBINDING CO.
78 11 ST 53 005 S 1
QUALITY CONTROL MARK
2221

actuellement et dont la lecture serait nécessaire pour se tenir au courant des progrès si rapides de la science.

Si notre tâche est pénible et ingrate, elle sera simplifiée par les communications que l'on voudra bien nous adresser, et nous les accueillerons toujours avec reconnaissance.

REVUE

DE GÉOLOGIE

POUR L'ANNÉE 1861

Les *Extraits de géologie* pour l'année 1861 sont destinés à donner un aperçu des principaux travaux qui ont été publiés sur cette science. Nous nous occuperons particulièrement des ouvrages étrangers; quant aux ouvrages français, ils ont généralement été mentionnés d'une manière très-sommaire; ceux qui se trouvent dans les *Annales des mines* ont même été passés sous silence.

Le classement méthodique de ces travaux présente d'assez grandes difficultés, car ils n'ont aucun lien entre eux; de plus, tandis qu'ils sont très-nombreux dans certaines branches de la géologie, dans d'autres ils sont au contraire très-rares, ou bien même ils manquent complétement. Enfin l'ordre qui permet d'en rendre compte de la manière la plus simple n'est pas toujours le plus naturel ni celui qu'il conviendrait d'adopter dans un traité de géologie.

---

(1) Dans le but de simplifier les notes, les ouvrages périodiques fréquemment cités sont indiqués par des abréviations conformes au tableau suivant. En outre, le numéro de série du volume est mis entre parenthèses ( ); celui du volume lui-même est en chiffres romains et le numéro de la page en chiffres ordinaires.

Ann. d. mines. . . = *Annales des mines* rédigées par les ingénieurs des mines. — Paris.

Bull. géol. . . . . = *Bulletin de la Société géologique de France*. — Paris.

Comp. rend. . . . . = *Comptes rendus hebdomadaires des séances de l'Académie des sciences*, rédigés par MM. les secrétaires perpétuels. — Paris.

Instit. . . . . = *L'Institut*, section des sciences mathématiques, physiques et naturelles; dirigé par M. Arnoult. — Paris.

Jahresb. v. Kopp. . = *Jahresbericht über die Forschritte der reinen, pharmaceutischen und technischen Chemie, Physik, Mineralogie und Geologie*, von Hermann Kopp und Heinrich Will. — Giessen.

Berg. hütten. Zeit. = *Berg-und hüttenmännische Zeitung mit besonderer Berücksichtigung der Mineralogie und Geologie*; rédaction K. R. Bornemann und Bruno Kerl.

Geolog. Society. . . = *The Quarterly Journal of the geological Society*.—London.

Americ. J. . . . . = *The American Journal of science and arts*, conducted by Silliman Junior and Dana. — Newhaven.

La *Revue de géologie* pour l'année 1861 se composera de quatre parties :

I. Préliminaires ; phénomènes actuels ; systèmes de montagnes.
II. Roches ; métamorphisme ; géogénie.
III. Terrains.
IV. Descriptions et cartes géologiques.

M. Delesse a traité la première partie ainsi que la deuxième qui comprend les roches ; M. Laugel, la troisième ou les terrains. Quant à la quatrième partie, elle a été faite en commun.

L'Exposition universelle de Londres montrait beaucoup de collections et de cartes géologiques offrant un très-grand intérêt ; les principaux résultats qu'elles mettaient en évidence ont été résumés d'après des notes prises à l'Exposition par M. Delesse.

PREMIÈRE PARTIE.

La première partie embrasse les préliminaires et les généralités de la géologie ; les divers systèmes employés pour exécuter des cartes géologiques, hydrologiques, agronomiques ; les agents et les phénomènes actuels ; l'orographie et les systèmes de montagnes.

PRÉLIMINAIRES.

Ouvrages de géologie.

Nous signalerons d'abord quelques ouvrages périodiques qui rendent compte annuellement des travaux de géologie : *Neues Jahrbuch* de MM. Leonhard et Bronn ; *Jahresbericht* de MM. Hermann Kopp et H. Will ; *Mineralogische Untersuchungen* de M. Kenngott ; *Rapport sur les progrès de la géologie et de la paléontologie en France*, par M. Cotteau.

M. C. F. Naumann (1), le savant professeur de Leipzig, a publié le 2e volume de son *Traité de géologie*. Dans ce volume, il passe successivement en revue la série des terrains. Partant du gneiss et des schistes cristallins, il s'élève jusqu'au terrain crétacé. Les roches éruptives sont d'ailleurs décrites avec chacun des terrains dans lesquels elles sont intercalées. Cet ouvrage de M. Naumann, qui est si bien au courant des progrès réalisés par la science dans ces dernières années, a reçu de grands développements qu'on ne trouve pas dans la première édition ; aussi l'auteur s'est-il décidé

(1) *Lehrbuch der Geognosie*, von Dr Carl Friederich Naumann ; 2e vol.

à l'augmenter d'un 5e volume dans lequel il s'occupera détail des terrains tertiaires et quaternaires.

Parmi les ouvrages généraux de géologie, nous mentionne celui de M. A. Vezian (1), dont la première livraison a seule paru jusqu'à présent. Dans son introduction l'auteur trace à grands traits l'histoire des progrès de la géologie. A la doctrine des causes violentes, qui avait d'abord compté le plus d'adhérents, et qui remontant à une haute antiquité s'est personnifiée de nos jours dans Cuvier, il oppose la doctrine des causes actuelles défendue en Angleterre par Sir Charles Lyell et soutenue naguère en France par M. Constant Prévost. Les études de M. Élie de Beaumont sur les systèmes de montagnes, en démontrant l'existence d'un grand nombre de révolutions qui ont bouleversé l'écorce terrestre, établissent une sorte de lien entre ces doctrines en apparence si opposées. La doctrine qui tend maintenant à prévaloir est celle que l'on peut appeler éclectique; elle n'accorde la prééminence, ni aux causes violentes, ni aux causes actuelles et elle s'appuie au besoin sur chacune d'elles. Du reste, elle ne les envisage pas comme essentiellement distinctes, et une multitude de faits en montrent le lien naturel. Ainsi les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques nous prouvent que les phénomènes actuels comprennent aussi des causes violentes, d'une action variable et instantanée. Remarquons cependant que rien parmi les phénomènes desquels l'homme a été le témoin ne peut être comparé aux actions puissantes qui ont modelé les continents et les chaînes de montagnes, qui, sur d'immenses étendues, ont plissé et renversé des séries entières de terrains. Bien que ne variant pas dans leur essence, les forces naturelles produisent donc des effets qui sont entièrement différents.

M. E. Dupont (2) a publié des tableaux géologiques résumant la composition des terrains qui forment l'écorce terrestre. Les subdivisions de chaque terrain sont données en suivant l'ordre de superposition. Les principaux fossiles caractéristiques des divers terrains sont également énumérés, ainsi que les roches éruptives qui les traversent. M. E. Dupont fait surtout connaître avec détail, pour la France, le gisement des matières qui sont utilement exploitables, telles que les marbres, les chaux hydrauliques, les ciments, les gypses, le sel gemme, les ardoises, les pierres à aiguiser, les combustibles, les schistes bitumineux, les schistes aluminifères,

(1) *Prodrome de Géologie*. Introduction. Livre I.
(2) *Tableaux géologiques des terrains*. — Paris, Baillère, 1859.

les pierres lithographiques, les marnes, les terres à foulon, les argiles réfractaires et les chaux phosphatées susceptibles d'être employées en agriculture.

Les minerais métalliques de chaque terrain sont aussi spécialement mentionnés pour la France, et les tableaux de M. Dupont indiquent s'ils se trouvent en couches ou en filons.

M. de Villanova (1) a écrit en langue espagnole un manuel de géologie appliqué à l'agriculture et aux arts industriels. La première partie de l'ouvrage est consacrée à la géographie physique et orographique, à l'origine du globe, à l'étude détaillée des causes actuelles; elle comprend de plus la géognosie avec la classification des roches et des terrains; elle est précédée d'un vocabulaire de 1.500 mots scientifiques employés dans l'ouvrage.

La seconde partie traite de la paléontologie et de ses rapports avec l'étude des terrains stratifiés, puis des applications de la géologie à l'industrie et à l'agriculture. Cet ouvrage se termine par des considérations géogéniques sur l'histoire de la terre.

M. Nerée Boubée (2) a continué la publication de son cours de géologie agricole qui figurait à l'Exposition universelle de Londres avec une collection méthodique d'échantillons. La troisième partie de cet ouvrage qui devait être spécialement consacrée à l'étude des terres végétales se trouve interrompue par la mort de l'auteur.

Parmi les ouvrages généraux pouvant être utilement consultés par les géologues, nous signalerons encore les traités de minéralogie de M. Delafosse (3) et de M. Des Cloizeaux (4), les suppléments à la minéralogie de Dana publiés par M. Brush, ainsi que la docimasie de M. Rivot (5).

Il faut y joindre les leçons de chimie appliquées à l'agriculture de M. F. Malaguti (6). Plusieurs chapitres de cet ouvrage se rattachent à la fois à la géologie et à l'agriculture; nous indiquerons particulièrement ceux dans lesquels M. Malaguti étudie le rôle de l'air atmosphérique et de l'eau dans la végétation, la nature et les propriétés physiques de la terre végétale, les caractères, le

(1) *Manual*, etc., 2 vol. in-8 avec vignettes intercalées dans le texte et un atlas de 52 planches. — Madrid.

(2) *Cours de géologie agricole théorique et pratique.*

(3) *Nouveau cours de minéralogie contenant la description de toutes les espèces minérales avec leurs applications directes aux arts.*

(4) *Cours de minéralogie.*

(5) *Traité de l'analyse des substances minérales, à l'usage des ingénieurs des mines et des directeurs d'usines.*

(6) *Chimie appliquée à l'agriculture ;* précis des leçons professées depuis 1852 jusqu'à 1861. — Paris, Dezobry.

gisement et le mode d'action des guanos, l'emploi des nodules de chaux phosphatée, la composition des cendres fournies par des plantes de même espèce qui se sont développées sur des sols différents, la répartition des principes minéraux dans les diverses familles de plantes, les sols qu'il convient de chauler et ceux sur lesquels il faut répandre de la marne, de la tangue, des faluns ou du sablon calcaire. Bien que spécialement destiné aux cultivateurs, cet ouvrage sera très-utilement consulté par les personnes qui ont entrepris l'exécution de cartes agronomiques et par toutes celles qui s'occupent des relations existant entre la constitution minéralogique du sol et l'agriculture.

DIVERS SYSTÈMES DE CARTES.

Lorsqu'on se propose de représenter la constitution géologique d'un pays, on a recours à différents systèmes de cartes qui varient avec le but spécial qu'on se propose. Il est donc utile de faire connaître parmi les systèmes adoptés quels sont ceux qui se distinguent par leur nouveauté ou par quelque perfectionnement. Comme les cartes et les reliefs topographiques sont la base de tout travail géologique, il convient également de signaler les principaux progrès qui ont été apportés à leur exécution. Enfin nous devons nous occuper aussi de cartes qui se rattachent d'une manière intime aux études géologiques et pour lesquelles divers systèmes ont été proposés dans ces derniers temps; ce sont les cartes agronomiques et hydrologiques.

Cartes topographiques.

La représentation du relief du sol étant le point de départ des travaux géologiques, indiquons d'abord brièvement les systèmes nouveaux qui ont été essayés. A ce titre, nous mentionnerons les cartes de M. Von Egloffstein (1) qui en qualité de dessinateur faisait partie du voyage d'exploration entrepris par le lieutenant J. C. Ives sur le Colorado de l'ouest dans l'Amérique du Nord. Ces cartes ont été dressées en supposant que la contrée qu'il s'agissait de figurer était remplacée par un petit modèle en plâtre sur lequel la lumière venait tomber obliquement. Comme cette contrée est très-accidentée et coupée par des gorges profondes, on comprend que certains côtés des montagnes et des ravins se trouvent alors

(1) *Report upon the Colorado River of the West, explored* by Lt J. C. Ives. — Washington, 1861.

dans l'ombre, tandis que les autres sont au contraire fortement éclairés. Les plateaux et les plaines ont d'ailleurs une teinte uniforme qui est plus pâle ou plus foncée suivant que leur élévation est plus ou moins grande. Les effets d'ombres ont été obtenus en traçant avec une machine des lignes parallèles très-fines sur une planche d'acier et en l'exposant plus ou moins longtemps à l'action de l'acide de manière à obtenir l'intensité voulue. Ce mode de représentation du relief du sol coûte à peu près moitié moins que les hachures qui sont habituellement employées en France; il permet de saisir assez bien les différences d'altitude d'une contrée; enfin il se comprend facilement, et, à première vue, il indique tous les accidents du terrain, comme si l'on avait le modèle en plâtre sous les yeux.

— Quoique la forme du sol soit représentée d'une manière très-nette par des courbes horizontales, on peut la rendre plus sensible en y ajoutant des teintes qui varient avec l'altitude. Parmi les cartes de ce genre qui figuraient à l'Exposition de Londres, nous citerons diverses cartes de l'atlas physique de Berghaus, une carte de l'Œtzthal dressée par M. Ch. de Sonklar qui représente les glaciers de cette vallée avec leurs moraines, une carte des environs de Prague faite par M. Ch. Koristka. Ce système de cartes s'emploie du reste assez souvent en Suède, en Angleterre et en Allemagne.

Reliefs isopédiques.

On obtient encore de meilleurs résultats en construisant des reliefs isopédiques ou hypsométriques, comme ceux que présentaient à l'Exposition de Londres M. le chevalier Fr. de Loessl et M. Streffleur. Ces reliefs sont très-remarquables et voici de quelle manière on les exécute: on trace d'abord sur une carte ordinaire les courbes horizontales figurant la surface du sol, qui, par exemple, seront distantes d'un mètre; on prend ensuite des feuilles de carton ayant une épaisseur bien constante et égale à celle qui correspond à l'intervalle vertical de deux courbes consécutives, c'est-à-dire à 1 mètre dans l'exemple choisi; on les découpe à l'aide d'une machine et l'on suit parfaitement les contours de chacune des courbes horizontales. Ensuite ces feuilles de carton sont collées sur le plan et superposées dans l'ordre et dans la position qu'elles doivent avoir. La surface du sol est alors donnée avec une grande exactitude et de plus l'œil saisit facilement tous les accidents qu'elle présente. Afin de rendre ces accidents encore plus sensibles, on peut d'ailleurs, comme pour les cartes ordinaires, tracer les di-

verses courbes horizontales et même teinter les reliefs isopédiques avec des couleurs qui varient avec l'altitude. On peut aussi augmenter l'échelle des hauteurs. Divers plans exécutés d'après le système qu'on vient de décrire donnaient d'une manière très-nette les villes de Prague et de Vienne.

Maintenant il est facile de comprendre que les reliefs isopédiques permettent de représenter indifféremment la surface du sol ou bien le fond de la mer. Plusieurs de ces reliefs figuraient le Pas-de-Calais, les détroits de Gibraltar et de Bonifacio. Sur l'un d'eux, par exemple, on voyait très-clairement que la Sicile est la partie supérieure et émergée d'un grand plateau sous-marin qui se relie d'une part à l'Italie et d'autre part à la côte de Tunis. Enfin ces reliefs isopédiques de M. le chevalier Fr. de Loessl n'atteignent pas un prix trop élevé, en sorte qu'ils sont employés en Autriche pour étudier le tracé des chemins de fer.

Nous ajouterons d'ailleurs qu'en France, M. Bardin, bien connu par ses travaux sur la topographie, a fait de son côté des plans en relief qui sont construits d'après le même système.

Cartes agricoles.

Les cartes topographiques, notamment celles de France qui sont dressées par l'État-Major, font habituellement connaître les différentes cultures permanentes ou celles qui ne varient pas annuellement. Sous ce rapport, ce sont donc des cartes que l'on peut déjà appeler agricoles.

Mais les cultures sont encore indiquées plus facilement par des teintes, et parmi les cartes de ce genre qui figuraient à l'Exposition universelle, nous mentionnerons une carte manuscrite de l'île de Ceylan. Cette carte a été dressée par M. le capitaine du génie Ch. Sun (1). Elle distingue les régions dans lesquelles on cultive : 1° la noix de coco, 2° le café, 3° la cannelle, 4° le riz. Chacune d'elles y est figurée par une teinte spéciale.

Cartes agronomiques.

Dans les cartes que nous appellerons agronomiques, on tient compte, non-seulement des cultures, mais encore de la composition minéralogique et chimique de la terre végétale. Quelquefois même, indépendamment du sol, ces cartes représentent aussi le sous-sol. Nous allons en faire connaître plusieurs.

---

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(2) *Annales des ponts et chaussées*, 1859; 264.

Département du Lot. — Des études sur la géologie agricole du département du Lot ont été publiées par M. T. de Sainte-Claire. Esquissant d'abord la constitution géologique de ce département, M. T. de Sainte-Claire décrit sa topographie et sa climatologie, puis il s'occupe de son agriculture.

La terre végétale du département du Lot est divisée en huit catégories, qui, d'après l'auteur, correspondraient à peu près aux divisions géologiques du sous-sol. La première couvre la région granitique dont le sous-sol est imperméable; la deuxième, le trias; la troisième, le lias. Cette dernière est argilo-calcaire, forte, souvent difficile à cultiver; mais très-féconde, à verdure très-vivace, et par sa fertilité elle forme un contraste frappant avec les autres. La quatrième catégorie comprend l'étage oolitique inférieur. La cinquième, les deux autres étages oolitiques; les bois y sont rabougris, tandis que la vigne y donne des produits estimés; les pierres calcaires y sont très-abondantes et gênent la culture. La sixième catégorie qui est superposée à la formation crétacée, est formée de terres presque aussi maigres et sableuses que dans la région granitique; le marronnier et le châtaignier y prospèrent. La septième catégorie, celle du dépôt tertiaire miocène, est très-variable. La huitième, celle des alluvions, occupe toutes les vallées; comme d'habitude, elle est la plus féconde, très-fraîche et propre à la culture des prés naturels, des céréales, des plantes épuisantes.

Les terres végétales qui occupent la plus grande partie du département du Lot sont celles qui recouvrent les terrains jurassiques. Leur composition moyenne est donnée d'après des analyses qui ont été faites au laboratoire de M. Hervé-Mangon à l'École des Ponts et Chaussées:

Silice presque toute à l'état de sables ou de graviers..	66
Peroxyde de fer.	15 à 20
Argile.	6
Carbonate de chaux.	0 à 10

Les débris des roches de l'Auvergne sont très-fréquents dans ces terres végétales qui ont pour caractère principal d'être légères et ferrugineuses.

M. T. de Sainte-Claire complète cette étude agronomique du département du Lot en indiquant dans un tableau statistique la proportion des différentes cultures, terres labourables, prés, vignes, bois, landes, jardins qui sont réparties sur chaque catégorie de terre végétale. Il signale ensuite les améliorations importantes qu'un ensemble de travaux hydrauliques permettrait de réaliser.

Hollande. — La carte géologique de la Hollande qui est publiée par M. Staring (1) est en même temps une carte agronomique. Tandis que les terrains sont représentés par des teintes plates, les cultures sont indiquées par des hachures et par des signes conventionnels. L'auteur entre même à cet égard dans des détails très-circonstanciés. Ainsi les principales divisions agricoles de sa carte comprennent: les terres en friche, les bois, les pépinières, les prés, les terres labourables, les cultures sur sable et celles sur argile, les cultures maraîchères et les jardins. Les divers assolements sont aussi indiqués. Les divisions géologiques qui, pour l'auteur, coïncident avec celles de la terre végétale, sont d'ailleurs les suivantes:

1° Époque moderne.

a Alluvions modernes et tourbes situées au niveau de la mer; lacs desséchés.
b Terres ligniteuses.
c Alluvions marines; sables et dunes.
d Argile déposée par la mer.
e Alluvions fluviatiles; terres argileuses du Rhin, de la Meuse et de l'Escaut qui sont bordées par les digues.
f Alluvions graveleuses des cours d'eau.
g Sables mouvants.

2° Époque diluvienne.

a Terres graveleuses.
b Argile du Limbourg recouvrant les plateaux.
c Diluvium formé de sable, d'argile, de gravier, de cailloux et de blocs venus principalement de la Scandinavie.

Comme dans la Hollande le sol est essentiellement formé par les alluvions et par le terrain de transport, comme de plus les divisions de sa carte géologique ont été très-multipliées, on conçoit que cette carte puisse donner en même temps la composition minéralogique de la terre végétale et que, par suite, elle soit par cela même une carte agronomique. C'est encore ce qui aurait lieu si la terre végétale provenait de la décomposition ou plutôt de la désagrégation sur place de la roche sous-jacente. Mais il importe de bien observer que cette concordance entre la composition minéralogique du sol et du sous-sol est en définitive exceptionnelle et que le plus souvent la terre végétale constitue elle-même un véritable terrain.

Suède. — L'Exposition de la Suède montrait une carte manuscrite et sans nom d'auteur, qui était à la fois hydrographique, géognos-

(1) *School Kaart voor de Natuur Kunde en Volksvlijt, von Nederland.* 1860.

tique et agronomique (1). Cette carte comprend seulement la paroisse de Langbroe. Elle représente d'abord la surface du sol par des courbes horizontales; en outre, tenant compte des différences minéralogiques qui existent entre le sol formant la terre végétale et le sous-sol, elle a cherché à les indiquer l'un et l'autre. Le sous-sol a été considéré à la profondeur de 1m,60 environ. Maintenant les divisions établies pour le sol et pour le sous-sol, sont basées sur leurs caractères minéralogiques dans le périmètre embrassé par la carte; elles sont d'ailleurs à très-peu près les mêmes et elles comprennent pour chacun d'eux :

Sable et gravier;	Loam;
Sable mêlé d'argile;	Argile tenace.
Argile mêlée de sable;	

Le sous-sol est figuré par des teintes plates. Quant au sol superficiel, il est indiqué seulement par ses limites et ces dernières sont bordées par une teinte qui est de même couleur que pour le sous-sol, mais plus foncée. Enfin les cultures sont représentées à la fois par des couleurs et par des signes conventionnels.

Le mode de représentation adopté pour cette carte agronomique est assez compliqué; toutefois il a l'avantage de donner à la fois le sol et le sous-sol; il montre bien du reste que les limites de l'un sont, jusqu'à un certain point, indépendantes de celles de l'autre.

Russie. — Le Ministre des Domaines et de l'Agriculture de l'Empire Russe a fait dresser une carte agronomique qui comprend toute la Russie d'Europe. Ce travail remarquable a été exécuté sous la direction de M. Vessélovski (2), et, malgré les difficultés qu'il présentait, il a été publié dès l'année 1851. Il indique, pour la Russie, les différentes natures de sol, le climat, ainsi que les limites de la culture pour certaines plantes.

A. — Le sol qui constitue la terre végétale de la Russie est réparti sous huit grandes divisions que nous allons énumérer rapidement :

1. La *terre noire* ou *tchernozeme* doit être citée la première, tant à cause de son importance que de sa grande fertilité. Elle forme une large zone inclinée N.-E., qui est comprise d'une part entre le 51e et le 57e degré de longitude, d'autre part entre le 47e et le 54e degré de latitude. Elle n'occupe pas moins de 95 millions d'hectares, et on la retrouve jusqu'en Hongrie. Sa fertilité est assez grande pour que

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.

(2) *Atlas économico-statistique de la Russie d'Europe, publié par le Ministère des Domaines*, 3e édition. — Saint-Pétersbourg, 1857.

dans certaines régions, et notamment dans la Nouvelle-Russie, on puisse se dispenser de la fumer; cependant le plus habituellement elle est fumée comme les autres terres, ou tout au moins la laisse-t-on en jachère.

2. Le *sol argileux* présente des taches isolées et irrégulières dans le reste de la Russie.

3. Le *sol sablonneux*, qui est mouvant, se rencontre accidentellement le long des rivières, mais il couvre d'assez grandes surfaces vers les steppes ainsi que dans la région de la mer Caspienne, et alors il est peu propre à la culture.

4. Le *sol argilo-sablonneux* est composé d'argile et de sable mélangés en diverses proportions; c'est la terre végétale la plus habituelle de la Russie.

5. Le *sol limoneux* se montre par petits îlots; il occupe cependant de grandes surfaces autour de la mer Blanche, et surtout au nord de l'Oural, sur la droite de la Petchora.

6. Le *sol imprégné de sel marin* est très-peu favorable à la culture. C'est lui qui forme les steppes du sud-est de la Russie, lesquelles s'étendent au nord de la mer Caspienne, entre le Volga et l'Oural.

7. Le *sol marécageux* et les *toundres* couvrent des étendues immenses, incomparablement plus considérables que dans d'autres pays, ce qu'il est facile d'expliquer par le climat de la Russie. Bien qu'on trouve des marais dans presque toutes les parties de l'Empire, il y en a surtout vers le nord; au delà du 65e degré de latitude le sol est même presque entièrement formé par les toundres, en sorte qu'il devient absolument impropre à la culture.

8. Le *sol pierreux* est indiqué dans la partie montagneuse de la Russie, sur la crête de l'Oural et dans les vallées qui l'avoisinent; le long des rivages et des falaises maritimes, notamment au sud de la Crimée et à Revel dans la Baltique; mais particulièrement sur les bords de l'Océan Arctique et à l'ouest de la mer Blanche. Dans l'intérieur de la Russie et en dehors des points qui viennent d'être signalés, il est assez rare de rencontrer un sol pierreux; c'est, du reste, une circonstance heureuse, puisque ce sol est impropre à la culture.

B. — Dans un pays d'une vaste étendue comme la Russie, la température varie nécessairement d'une manière très-notable, et, comme elle exerce une grande influence sur la végétation, il est utile de tracer les courbes qui la représentent. Aussi la carte agronomique de la Russie est-elle en même temps climatologique, car elle donne à la fois les courbes isothermes, isothères et isochimènes; elle indique, d'après les observations publiées par

M. A. Kupffer, la température moyenne pour l'année, pour les trois mois d'été (juin, juillet, août) et pour les trois mois d'hiver (décembre, janvier, février). Comme on l'a constaté depuis longtemps, la température moyenne annuelle baisse en Russie, lorsque restant à la même latitude on s'avance vers l'Orient. La température moyenne des hivers devient aussi plus basse, tandis que c'est l'inverse pour celle des étés.

C.— Enfin il était encore utile de figurer sur la carte agronomique de la Russie les limites des principales plantes agricoles. Des courbes particulières indiquent ces limites pour le maïs, pour la vigne, pour les melons et les pastèques, pour le blé, pour le seigle et pour l'orge; la courbe de l'orge représente d'ailleurs la limite septentrionale de l'agriculture.

Nous ajouterons maintenant que les données de cette carte agronomique de la Russie sont complétées par neuf autres cartes spéciales qui résument d'une manière très-nette tout ce qui concerne la culture, la statistique ainsi que le commerce des grains ou des bestiaux. Comme elles s'adressent plus particulièrement aux agriculteurs et aux économistes, nous devons nous borner à les mentionner.

Nous terminerons par une observation qui s'applique à la plupart des cartes agronomiques publiées jusqu'à présent. Les terres végétales ont une composition minéralogique complexe qui ne se laisse pas toujours définir de prime abord; de plus elles diffèrent plutôt par la proportion que par la nature de leurs éléments; enfin, leur composition varie souvent d'une manière continue; il est donc facile de comprendre que les diverses terres végétales ne soient guère susceptibles d'être représentées avec exactitude par des teintes distinctes ainsi qu'on le fait habituellement. C'est seulement lorsqu'on se borne à quelques types extrêmes, comme pour la carte de l'Empire Russe, que ce mode de représentation peut être adopté.

Cartes géologiques.

Mode d'exécution de celle d'Italie. — La carte géologique d'un grand pays exige toujours des dépenses considérables, et par suite l'intervention du gouvernement devient nécessaire à son exécution. Dans un rapport adressé au Ministre de l'agriculture, M. Quintino Sella (1) s'est proposé d'établir les bases d'après lesquelles

(1) *Sul modo di fare la carta geologica del Regno d'Italia; relazione del Commendatore* Quintino Sella. 8 octobre 1861.

la carte géologique du royaume d'Italie pourrait être faite. Après avoir étudié avec soin les systèmes qui ont été adoptés en France, en Angleterre, en Autriche et dans quelques autres pays, M. Q. Sella propose de confier l'exécution de la carte géologique du royaume d'Italie au corps royal des ingénieurs des mines sous la direction du conseil des mines. Afin que cette carte puisse recevoir des détails suffisants, l'échelle adoptée est de 1 : 50.000. Pour certains districts importants, elle serait même de 1 : 10.000. Quant au personnel chargé de l'exécution de la carte, il est en grande partie modelé sur celui du Geological Survey en Angleterre.

Cartes hydrographiques et géologiques.

M. R. W. Mylne (1) avait envoyé à l'Exposition de Londres une carte manuscrite qui est à la fois hydrographique et géologique, et qui représente une partie du nord-est de l'Europe. Le fond de la mer y est figuré par des courbes horizontales qui sont tracées de 10 en 10 fathoms (2). Afin de mieux distinguer les zones d'égale profondeur, M. R. W. Mylne a suivi le système employé déjà pour certaines cartes suédoises ou allemandes, et il a colorié par des teintes différentes les intervalles compris entre les courbes. Celles de 10 et de 20 fathoms, qui sont les plus rapprochées du rivage, sont rendues plus visibles au moyen de couleurs bien tranchées; celles qui se trouvent à une profondeur plus grande conservent la même couleur, dont la teinte est de plus en plus foncée à mesure que la profondeur augmente. De cette manière le relief du fond de la mer devient bien sensible à l'œil; on voit de suite sur la carte que, très-petite dans la mer d'Allemagne, la profondeur augmente brusquement vers la pointe sud de la Norwége. Dans l'impression des cartes par la lithochromie, il est toutefois difficile et dispendieux de représenter des teintes dégradées; aussi, bien qu'un système analogue eût d'abord été adopté pour la carte hydrologique de Paris, de laquelle nous allons parler, il a paru préférable d'y renoncer.

Sur la partie du sol qui est émergée, la carte de M. R. Mylne est géologique; elle indique les bassins tertiaires et crétacés de l'Angleterre, du nord de la France, de la Belgique, de la Hollande, du Danemark. Elle donne surtout les bassins houillers. Par cela même qu'elle représente le relief du fond de la mer, elle permet d'ailleurs de mieux apprécier les relations qui existaient entre ces bassins, question très-intéressante au point de vue théorique ou

(1) Carte manuscrite de M. R. W. Mylne. 1862.
(2) Le fathom vaut 1m,927.

industriel, et sur laquelle M. Godwin Austen a déjà fait des recherches.

Cartes hydrologiques et géologiques.

On a généralement donné le nom de cartes hydrographiques à celles qui font connaître les eaux superficielles. Parmi ces cartes nous citerons en première ligne celles qui représentent les contours de la mer et des fleuves et qui sont employées par les marins; elles donnent non-seulement la forme des nappes d'eau superficielles, mais encore leurs cotes de profondeur et souvent aussi la nature de la roche qui constitue le fond la mer. On appelle également cartes hydrographiques, celles qui représentant les cours d'eau d'un pays, font en même temps connaître le relief du terrain par des courbes horizontales équidistantes. A l'aide de ces courbes il devient, en effet, très-facile d'apprécier le mode d'écoulement des eaux superficielles et de toutes les eaux météoriques tombées à la surface du sol qui ne pénètrent pas dans son intérieur.

Mais il existe des nappes souterraines à l'intérieur du sol, et l'on peut chercher à les représenter par des cartes spéciales donnant en même temps les nappes superficielles; elles réunissent alors tout ce qui concerne les eaux, et nous les appellerons cartes hydrologiques. En outre, elles peuvent aussi être géologiques. C'est une pareille carte, à la fois hydrologique et géologique, que M. Delesse (1) s'est proposé d'exécuter pour la Ville de Paris.

Quelques mots suffiront pour faire connaître la méthode qui a été suivie. On a pris pour point de départ le plan de Paris publié par MM. les ingénieurs des ponts et chaussées chargés du service municipal. Le grand nombre de nivellements faits dans Paris permettait de représenter fidèlement le relief du sol par des courbes horizontales; ces courbes ont été tracées par M. Letellier, d'après un ancien plan du service des ponts et chaussées, puis rectifiées à l'aide des nivellements nouveaux exécutés par le service des mines. Les opérations sur le terrains que nécessitait l'établissement de la carte ont été faites par MM. Babinski, Firecki et Godefroy, employés du service des carrières.

Il fallait d'abord déterminer, à la même époque, le niveau de l'eau dans un grand nombre de puits de Paris. On prenait pour cela la

(1) *Bull. géol.* (2e s.), XIX, 19. — Carte hydrologique de la ville de Paris, exécutée d'après les ordres de M. le baron Haussmann, sénateur, préfet de la Seine deux feuilles grand monde, imprimée en lithocromie. — Paris, Savy.

cote de la margelle du puits, après quoi l'on mesurait avec un cordeau la distance de la margelle au niveau de l'eau. De cette manière on avait la cote de l'eau dans le puits. On relevait d'ailleurs en même temps la cote de l'eau dans la Seine. Cela posé, le sous-sol de Paris étant complétement connu par une étude géologique souterraine, qui avait été faite séparément, on pouvait savoir quel était le terrain dans lequel la nappe d'eau venait affleurer. Tantôt cette nappe est en communication immédiate avec la Seine, auquel cas elle porte le nom de nappe d'infiltration; tantôt elle est indépendante, et alors elle repose sur une couche imperméable qui donne lieu à une nappe souterraine spéciale. Des teintes particulières servent à distinguer la nappe d'infiltration et les différentes nappes souterraines. La nature géologique des terrains dans lesquels affleurent toutes ces nappes est également indiquée. Pour faire connaître entièrement les nappes souterraines, il restait à représenter leur forme; on peut y parvenir en traçant les courbes horizontales qui représentent l'intersection de leur surface supérieure par des plans équidistants. A chacune des nappes souterraines correspond d'ailleurs un système spécial de courbes horizontales.

Le mode d'écoulement des nappes superficielles est donné par les courbes qui figurent le relief du sol; tandis que celui des nappes souterraines est donné par les courbes qui figurent chaque nappe.

La carte hydrologique de la Ville de Paris indique encore les cotes de l'eau dans les divers sondages, ainsi que la nature des terrains dans lesquels ils ont pénétré. Enfin elle complète les renseignements relatifs aux eaux en faisant connaître leur qualité d'après de nombreux essais hydrotimétriques; les résultats de ces essais sont inscrits sur la carte à l'endroit où l'eau a été puisée. Une carte exécutée d'après la méthode qui vient d'être décrite réunit donc tous les renseignements relatifs aux eaux superficielles ou souterraines. De plus elle est en même temps géologique; car elle indique la nature des terrains dans lesquels affleure chaque nappe d'eau.

Cartes géologiques souterraines.

Une carte géologique ordinaire représente habituellement les terrains qui se trouvent au-dessous de la terre végétale que l'on suppose enlevée. Le plus souvent aussi on n'y tient pas compte du terrain de transport, si ce n'est dans les vallées dans lesquelles il acquiert une grande épaisseur. Il en résulte que la carte donne les terrains existants sous la terre végétale et sous le terrain de transport. Cependant on peut se proposer de faire connaître les

différents terrains qui composent le sous-sol, et chercher non-seulement à indiquer leur nature, mais encore à représenter leur forme ; il faut alors dresser ce que l'on peut appeler une *carte géologique souterraine*.

Voici la méthode qui a été suivie par M. Delesse (1) et appliquée à l'étude du sous-sol de la Ville de Paris. Dans chaque terrain on a fait choix d'une couche spéciale qui fût facile à repérer, de telle sorte qu'il devint facile de la reconnaître soit à la surface du sol, soit parmi les échantillons retirés d'un puits ou d'un sondage. La position de différents points de cette couche a été déterminée en prenant à l'aide d'un nivellement leur distance à un plan fixe. En multipliant convenablement le nombre des points, on a pu facilement se rendre compte de la surface présentée par la couche, et même figurer ses intersections par des plans horizontaux équidistants. Pour appliquer cette méthode à la Ville de Paris, on a dressé les coupes d'un grand nombre de fouilles et de puits. On a aussi profité des divers sondages qui ont été faits dans Paris, particulièrement par MM. Degousée et Laurent, Mulot et Dru. Quant aux opérations sur le terrain, elles ont été faites avec le concours des employés du service des carrières.

Dans la carte géologique souterraine de la Ville de Paris, M. Delesse suppose que le terrain de transport, recouvrant les autres terrains d'une sorte de manteau, ait d'abord été enlevé. Sa surface inférieure est figurée par des courbes horizontales qui sont distantes de 5 mètres. La surface de tous les autres terrains est figurée par des courbes horizontales qui sont distantes de 10 mètres. Chaque système de courbes horizontales a de plus la couleur adoptée pour le terrain correspondant. Enfin des légendes indiquent pour un grand nombre de points les cotes qui ont été déterminées directement. Il est facile de comprendre qu'une carte dressée d'après ce système indique à l'avance la nature et même la cote des divers terrains qui seraient rencontrés en pénétrant dans le sol sur un point quelconque; par conséquent elle est susceptible de nombreuses applications.

La méthode suivie pour l'exécution de la carte géologique souterraine de Paris permet d'étudier très-complétement le sous-sol ; elle sera donc employée très-avantageusement pour figurer les couches de houille dans les bassins houillers ainsi que les mine-

(1) Carte géologique souterraine de la ville de Paris, exécutée d'après les ordres de M. le baron Haussmann, sénateur, préfet de la Seine; deux feuilles grand monde. — Paris, Savy. — *Bull. géol.* (2e s.), 1861; XIX, 12.

rais dans les districts métallifères; en un mot elle pourra servir à représenter avec une grande précision le gisement de toute matière minérale utilement exploitable.

Tableaux géologiques.

Les roches qui composent les terrains, qu'elles soient stratifiées ou éruptives, sont, en définitive, assez peu nombreuses, et la plupart se reproduisent plusieurs fois dans la série. Afin de rendre cette récurrence bien évidente, il peut être avantageux d'employer toujours la même couleur pour désigner une même nature de roche. C'est ce que vient de faire M. le docteur Lorenz (1) dans ses tableaux géologiques.

Ces tableaux indiquent par des couleurs et par des signes coloriés : 1° la nature et jusqu à un certain point la composition chimique des roches; 2° l'abondance ou l'absence des fossiles; 3° la structure; 4° la pénétration et le mélange des substances étrangères: par exemple, lorsque du calcaire ou de l'argile sont imprégnés de bitume, d'ocre ou de carbone; 5° l'intercalation schistoïde de substances qui sont étrangères à celle qui compose essentiellement la roche. C'est ce qui a lieu notamment lorsque de la houille, de l'argile, du sable se trouvent en veines dans des couches calcaires.

Les substances minérales qui entrent dans la composition des roches sédimentaires et le petit nombre de celles qui forment essentiellement les roches éruptives sont représentées par quatorze couleurs. Ces substances sont : le calcaire, la dolomie, le gypse, le sel marin, l'argile et le feldspath, la marne, le schiste cuivreux, le quartz, les silicates de magnésie (micas, etc.), l'ocre, le bitume, la houille, l'augite et l'hornblende.

La teinte claire de la couleur conventionnelle adoptée sert d'abord à colorier l'ensemble de la couche; la teinte plus foncée de la même couleur est ensuite employée pour figurer des points, des traits ou les divers signes conventionnels adoptés.

Les structures qui ont été distinguées sont :

a compacte dans laquelle la teinte est plate ou uniforme;

b oolitique figurée par des ronds de même couleur que le fond;

c arénacée ou conglomérée qui est indiquée par des points de diverses grosseurs. La couleur employée pour ces signes est d'ailleurs celle de la substance minérale qui forme les grains ou les fragments; ainsi des grains quartzeux sont figurés au moyen de la couleur qui représente le quartz. La couleur du fond indique alors

(1) Dr Lorenz. *Parallele chromat. Tafeln zum studium der Geologie.* — Gotha.

la nature du ciment. Du reste, quand il n'y a pas de ciment, comme dans le sable et les cailloux roulés, le fond a été laissé en blanc;

d la structure schistoïde est indiquée par des veines ou des traits qui sont à la teinte foncée de la couleur du fond et qui sont parallèles à la stratification ou bien à la schistosité;

e la structure cristalline et grenue est représentée par des croix de diverses couleurs: ainsi le granite est indiqué par un fond de feldspath avec les croix représentant le quartz, le feldspath, le mica.

La pénétration ou le mélange est figuré par des traits coloriés qui sont perpendiculaires à la stratification. Quand l'intercalation est parallèle à la schistosité, les traits coloriés le sont également.

Partant de ces bases, M. Lorenz a d'abord donné la série des terrains avec les principaux fossiles caractéristiques.

A l'aide d'autres tableaux, il cherche ensuite à représenter ce qu'il nomme les *équivalents géologiques*, c'est-à-dire les formations synchroniques de M. Constant Prévost; à cet effet, il met successivement en regard les coupes que les terrains tertiaires, crétacés, jurassiques, etc., ont fournies dans quelques localités classiques; et comme ces coupes sont disposées sur une même ligne horizontale, on peut facilement apprécier les variations que des roches stratifiées de même âge subissent dans leurs caractères minéralogiques.

— Nous signalerons encore dans un ordre d'idées plus générales, le tableau des terrains qui a été publié par M. Chevreul (1). Ce savant commence par partager les terrains en neptuniens et en plutoniens, suivant qu'ils ont été produits par l'intervention de l'eau ou par celle du feu. Leur formation comprend deux époques, azoène et zoène, caractérisées, la première par l'absence, la deuxième par l'existence de végétaux et d'animaux. L'époque zoène est d'ailleurs subdivisée en périodes qui sont: la période contemporaine, quaternaire, tertiaire, secondaire, primaire. Dans chaque période, les terrains neptuniens aussi bien que les terrains plutoniens sont ensuite rangées en quatre séries parallèles.

Considérons, par exemple, la période contemporaine, les terrains formés avec l'intervention de l'eau se répartiront d'abord en quatre séries. M. Chevreul classe les roches de la première série d'après la considération de leur nature et il observe qu'elle peut être inorganique (A) ou organique (B). Les roches d'origine inor-

(1) De l'espèce chimique considérée dans les rapports avec la géologie. *Recueil des travaux scientifiques d'Ebelmen*, III, 227.

ganique sont réparties d'après leur composition chimique en corps simples, neutres, acides, basiques et salins. Les roches d'origine organique peuvent être phytogènes comme la tourbe, ou zoogènes comme le guano et les récifs de polypiers.

La deuxième série comprend des roches classées d'après la double considération de leurs débris, de la division des roches détritiques et du mode de transport. Ces roches sont les blocs erratiques, les moraines, les cailloux roulés, le sable, les dunes, le limon, la poussière; elles résultent de la destruction de diverses roches. Leur composition minéralogique est très-variée. Comme précédemment M. Chevreul distingue les deux cas où les roches de cette série sont (A) d'origine inorganique et (B) d'origine organique.

La troisième série réunit les roches neptuniennes qui sont classées d'après la considération de leur formation. M. Chevreul sépare celles dont la matière a été complétement dissoute par l'eau, telles que les tufs calcaires, les dépôts de silice des geysers; celles dont la matière n'a été dissoute par l'eau que partiellement, telles que les grès à ciment calcaire ou ferrugineux, les brèches et les poudingues. On conçoit que les roches de cette série puissent encore être de nature inorganique ou organique.

Dans la quatrième série sont rangées les roches qui ont éprouvé une altération physique ou chimique. Telles sont les roches kaolinisées ou plus ou moins décomposées; les cavernes creusées par l'eau dans les terrains calcaires; les eaux minérales et thermales et en général tous les produits de la décomposition actuelle des roches.

Si nous passons aux terrains plutoniens de M. Chevreul, ils comprennent quatre séries parallèles à celles des terrains neptuniens et leur classification repose sur les mêmes bases. Ainsi, en prenant toujours pour exemple la période contemporaine, la première série réunira les roches volcaniques actuelles caractérisées par une composition minéralogique définie, telles que les laves et les trachytes; la deuxième série, des roches qui n'ont pas une composition définie ou qui sont le résultat de la division détritique d'autres roches ou bien du transport de leurs débris. Nous citerons d'une part, l'obsidienne, la ponce, les scories; de l'autre les cendres volcaniques et les éruptions boueuses. La troisième série réunit des roches classées en ayant égard à leur mode de formation. Elle comprend les diverses espèces chimiques du terrain lavique qui se sont formées dans le volcan même ou bien postérieurement. Les peperino, les conglomérats volcaniques et les roches formées par agglutination doivent également y être rapportés. Quant à la quatrième

série, elle renferme les divers produits résultant de l'altération physique ou chimique des roches ignées de la période actuelle.

Tel est le mode de répartition que M. Chevreul a proposé pour les roches neptuniennes ou plutoniennes de la période contemporaine. Malgré des difficultés presque insurmontables tenant à l'état actuel de la science, M. Chevreul a cherché de plus à grouper de la même manière les diverses roches neptuniennes ou plutoniennes qui se sont formées pendant les autres périodes géologiques, et il les a classées suivant des séries parallèles et synchroniques.

PHÉNOMÈNES ACTUELS.

Les phénomènes actuels qui produisent le terrain moderne peuvent avoir leur origine soit au-dessus, soit au-dessous de la surface du globe. Il convient donc de les répartir dans ces deux grandes divisions, et nous suivrons pour leur classement l'ordre adopté par M. d'Archiac dans son *Histoire des progrès de la géologie*.

Si nous considérons d'abord les phénomènes dont l'origine est au-dessus de la surface du globe, ils sont engendrés par l'atmosphère ou bien par les eaux; par suite, il faut distinguer les produits atmosphériques et les produits aqueux.

PRODUITS ATMOSPHÉRIQUES.

Poussières dans les eaux de pluie. — Des eaux de pluies ont été recueillies par M. de Luca (1) à des distances différentes du sol et leurs analyses ont montré qu'elles contiennent de l'acide nitrique, de l'ammoniaque ainsi que des matières organiques azotées. Ce résultat est conforme aux recherches de plusieurs observateurs. Lorsqu'elles sont recueillies à quelques mètres du sol, les eaux de pluie renferment en outre toutes les substances qui se trouvent dans la terre arable, notamment la chaux, la magnésie, la silice, l'alumine, les acides phosphorique et sulfurique, le chlore et quelquefois l'iode. On conçoit d'ailleurs que ces substances doivent être facilement entraînées par les mouvements de l'air et transportées à l'état de poussières microscopiques.

---

(1) *Comp. rend.*, 1861; LIII, 154.

Terre végétale.

Classification. — A la suite d'études sur la terre végétale, M. Sc. Gras (1) en a proposé une classification qu'il a surtout cherché à rendre naturelle. La terre végétale et le sous-sol sur lequel elle repose forment, par leur réunion, ce que l'auteur appelle un terrain agricole. Il divise ces terrains en deux grandes classes : 1° ceux à sol végétal autochthone, dans lesquels la terre végétale provient de la destruction des roches sous-jacentes; 2° ceux à sol végétal indépendant, dans lesquels la terre est une matière de transport sans aucune liaison avec le sous-sol géologique. M. Sc. Gras observe que les premières sont propres aux pays montagneux, tandis que les seconds occupent les pays non accidentés, quelquefois sur de grandes étendues. Quelques autres savants ont du reste été conduits à établir dans la terre végétale des divisions analogues; ainsi, M. Fallou (2) distingue en Saxe : 1° celle qui est sédentaire, c'est-à-dire engendrée par destruction sur place; 2° celle qui est sédimentaire, c'est-à-dire déposée par transport et mélangée à des produits de décomposition. Les mêmes considérations ont encore été développées par M. Elie de Beaumont (3).

Des subdivisions secondaires peuvent facilement être établies dans les deux grandes classes des terrains agricoles qui ont été adoptées par M. Sc. Gras. Lorsque ces terrains sont à sol autochthone, l'auteur prend en considération, d'une part la nature de la roche sous jacente, et d'autre part la décomposition qu'elle a subie. Ses genres sont basés sur la première donnée et ses espèces sur la seconde. Il indique la roche sous-jacente par son nom minéralogique; ainsi, par exemple, les terrains sont à sous-sol de granite ou de calcaire. En outre, il distingue la nature de la décomposition subie par ce sous-sol, qui peut être argileuse, fragmentaire ou argilo-fragmentaire.

Lorsque les terrains agricoles sont à sol végétal indépendant, M. Sc. Gras les subdivise encore d'après les mêmes considérations. Il sépare les sous-sols en perméables et imperméables ; et de plus il caractérise les roches qui les composent par leurs noms minéralogiques. Quant aux terres végétales, elles sont divisées en espèces

---

(1) *Description géologique du département de Vaucluse.* — Paris, Savy, 1862, 285.

(2) B. von Cotta. *Deutschlands Boden*, 1854; Beiläge, 85.

(3) Élie de Beaumont. *Leçons de géologie pratique*, I, 137. De la terre végétale.

suivant leur nature, qui peut être caillouteuse, argileuse, sableuse, humifère, etc. L'absence ou la présence du carbonate de chaux a ensuite servi à grouper les espèces en sous-genres.

Ces considérations sont spécialement appliquées par M. Sc. Gras au département de Vaucluse, et voici les divisions principales qu'il y établit entre les terrains agricoles :

I. Sol végétal autochthone.	1° Sous-sol de calcaire compacte et sol fragmentaire ; 2° Sous-sol marno-calcaire et sol argilo-fragmentaire ; 3° Sous-sol de grès calcarifère et sol argilo-fragmentaire ; 4° Sous-sol de grès calcarifère et sol fragmentaire.
II. Sol végétal indépendant.	1° Terrains alluviens ; 2° Terrains de transport ancien à sous-sol de cailloux roulés. Quand il est calcarifère, il est tantôt marno-sableux, tantôt caillouteux. Quand il est siliceux, il est généralement sablo-caillouteux ; 3° Terrain à sous-sol de calcaire compacte et à sol argileux.

Terre végétale provenant d'un sous-sol granitique et substances contenues dans ses eaux courantes. — M. Albert Le Play (1) a fait des recherches intéressantes sur la composition de la terre végétale et des eaux courantes aux environs de Limoges. La roche solide qu'on rencontre près de Limoges en pénétrant dans le sous-sol est un gneiss contenant deux feldspaths et de la pyrite de fer. Il est recouvert par un terrain meuble qui peut avoir plusieurs mètres d'épaisseur et qui résulte de la décomposition du gneiss, laquelle s'opère de la même manière que dans les roches feldspathiques. Quoique le gneiss ne contienne pas de carbonate de chaux, M. Alb. Le Play a constaté qu'il y en a dans le terrain meuble qui se trouve sous la terre végétale. La chaux qui lui correspond est environ de 0,0014. Quant à sa présence, elle s'explique par la décomposition du feldspath anorthose du gneiss sous l'influence d'eaux pluviales aiguisées d'acide carbonique qui s'infiltrent à la partie supérieure du terrain meuble. Dans la terre végétale elle-même, il n'y a qu'une proportion insensible de carbonate de chaux ; ce qui tient à ce que ce corps est dissous par les eaux météoriques ou bien absorbé par les végétaux. Examinant les eaux qui coulent à la surface du sol, M. A. Le Play y a trouvé de l'acide sulfurique, provenant sans aucun doute de l'oxydation de la pyrite du gneiss ; de plus, il y a constaté la présence d'une quantité notable de chlore. Ce résultat ne peut être attribué qu'à de petites

(1) *Comp. rend.*, 1861 ; LIII, 1054.

quantités de chlorures existant dans les roches baignées par les eaux analysées; et M. H. C. Sorby a reconnu, en effet, qu'il existe des chlorures alcalins dans les cavités microscopiques des quartz qui composent les roches granitiques. Comme le remarque M. A. Le Play, le gneiss, quand il est à l'état normal, ne contient pas de substances minérales que les plantes puissent facilement assimiler; mais dès qu'il est décomposé il fournit aux plantes et même aux eaux pluviales, la silice, la potasse, la soude, la chaux, la magnésie, c'est-à-dire la majeure partie des substances minérales nécessaires à la végétation.

Influence du sol sur la végétation. — On n'est pas encore parfaitement d'accord sur l'influence que la composition minéralogique d'une terre végétale exerce sur les végétaux qui s'y développent naturellement; toutefois cette influence est incontestable. Les travaux importants de MM. Thurmann, Lecoq, de Caumont, de Candolle ne laissent pas de doute à cet égard et, dans ces derniers temps, diverses observations sont venues les confirmer.

Ainsi, M. A. Le Jolis (1), qui s'est occupé de la géographie botanique des environs de Cherbourg, a constaté que la flore y est presque entièrement privée de plantes calcophiles; on y trouve au contraire : digitalis purpurea, pteris aquilina, castanea vulgaris, ulex, carum verticillatum, etc. Il est d'ailleurs facile de s'en rendre compte; car le sol se compose de schistes, de quartzites, de granites; par conséquent il est essentiellement siliceux.

M. E. Ravin (2) distingue quatre régions pour les plantes qui croissent naturellement dans le département de l'Yonne. La première, qui est granitique, a des eaux abondantes et comprend des montagnes couvertes de bois; la deuxième recouvre le terrain jurassique et la troisième le terrain crétacé. Comme il est facile de le comprendre, ces deux dernières régions ont beaucoup de ressemblance; leur sol est très-perméable et il est peu boisé. Leurs plaines sont découvertes et sous l'influence du soleil elles s'échauffent plus que partout ailleurs, en sorte que la végétation y est riche et variée. La quatrième région est sableuse avec sous-sol argileux; elle comprend les étangs, les marécages et les tourbières. Les parties

(1) *Revue des Sociétés savantes*, 1862, 125. Mémoire de la Société impériale de sciences naturelles de Cherbourg, VII.

(2) *Bulletin de la Société des sciences historiques et naturelles de l'Yonne*, XIV 39; 1860.

dans lesquelles il n'y a pas d'humidité sont très-arides et peu d'espèces peuvent y croître.

Signalons encore un mémoire dans lequel M. H. Coquand (1) a cherché à établir les rapports qui existent entre le sol du département de la Charente et les qualités de l'eau-de-vie qu'on y récolte. On sait que les eaux-de-vie de Cognac ont une supériorité incontestable qu'elles doivent à un arome tout spécial. Les dégustateurs du pays y ont établi trois divisions principales, qui sont basées sur leur qualité et en même temps sur la région de laquelle elles proviennent : 1° la Grande Champagne s'étend parallèlement à la Charente, entre Nouaville et la rivière de Né ; 2° la Petite Champagne forme une plaine crayeuse entre Cognac et Châteauneuf ; elle est limitée au sud par la Grande Champagne, au nord par le bourrelet rocheux qui domine la Charente ; 3° le Pays des Bois comprend des parties de la rive droite du fleuve qui étaient d'abord plantées en bois et qui ont été défrichées pour y substituer la vigne.

En examinant la composition minéralogique du sol dans ces trois régions, M. Coquand a reconnu qu'elle est très-différente. Ainsi, le sol de la Grande-Champagne offre des couches crayeuses, friables et très-légères qui sont caractérisées par l'ostrea vesicularis. Celui de la Petite Champagne est moins crayeux ; il est formé par les couches calcaires venant au-dessous des précédentes. Celui du Pays des bois couvre des coteaux qui consistent en calcaires durs avec rudistes, ou bien en argiles et sables tertiaires. Les eaux-de-vie que produit ce sol du Pays des bois sont de qualité assez inégale, mais inférieures à celles des deux régions précédentes. Les divisions établies dans la Charente par l'industrie des eaux-de-vie s'accordent dans leur ensemble avec les limites géologiques de la carte de M. Coquand ; en sorte que l'examen de cette carte suffit pour déterminer la qualité des eaux-de-vie dont on connaît la provenance.

On peut d'ailleurs observer que les terrains de la Champagne du nord de la France appartiennent à la même formation géologique que ceux de la Champagne du sud-ouest ; comme le remarque M. Coquand, ils ont une aptitude particulière pour la culture de la vigne, et les vins mousseux aussi bien que les eaux-de-vie qui en proviennent ont une très-grande supériorité.

Influence des forêts sur les crues des cours d'eau. — Les forêts doivent visiblement exercer une grande influence sur l'écoulement des eaux de pluie à la surface du sol ; mais jusqu'à présent, malgré les recherches d'un grand nombre de savants, parmi lesquels nous

(1) *Revue des Sociétés savantes*, 1862, 130.

citerons MM. Boussaingault, Becquerel, Dausse, de Villeneuve, Belgrand, Vallès, on n'a pu tomber d'accord ni sur cette influence, ni même sur le sens dans lequelle elle s'exerce. D'après M. Belgrand (1), il faut distinguer la saison d'été de celle de l'hiver. Pendant l'été les feuilles qui couvrent les bois présentent une vaste surface ; en sorte que les eaux pluviales qui la mouillent s'évaporent presque complétement et que les crues sont faibles. Pendant l'hiver les feuilles ont disparu et M. Belgrand pense qu'en définitive les crues seraient presque égales dans les terrains boisés ou non boisés. Le régime des eaux serait même moins régulier dans les terrains boisés que dans ceux qui ne le sont pas.

Un autre ingénieur, M. Vallès (2) s'est également occupé de cette question et de celle des inondations. Contrairement aux idées généralement reçues, il pose d'abord en principe, sans l'établir toutefois par des faits suffisamment précis, que, toutes choses égales, la quantité annuelle de pluie est moins considérable sur un terrain boisé que sur un terrain qui ne l est pas. Il observe ensuite que le sol des forêts est beaucoup plus compacte et par suite moins perméable que celui des terres labourées. Il ajoute même que, pour des pluies d'égale intensité, les écoulements superficiels ont plus d'importance soit par leur volume, soit par leur rapidité, sur les terrains boisés que sur les autres.

Cependant des observations comparatives viennent d'être faites à ce sujet par MM. Jeandel, Cantégril et Bellaud (3) ; or elles sembleraient indiquer au contraire que les forêts tendent à diminuer la quantité d'eau qui tombe sur le sol à un moment donné et à ralentir son écoulement, par suite à écarter les chances d'inondations. Ces observations ont été suivies pendant une année seulement dans deux vallées des Vosges, dont l'une était boisée entièrement, tandis que l'autre ne l'était que partiellement. La quantité d'eau tombant dans chaque vallée était donnée par des pluviomètres, et d'un autre côté l'eau débitée par chaque cours d'eau était jaugée.

Bien que la question de l'influence des forêts sur les cours d'eau soit une de celles qui aient été agitées le plus souvent, il faut reconnaître qu'elle est loin d'être résolue. Les uns admettent que les

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1844 ; 1. — Influence des forêts sur l'écoulement des eaux pluviales.
(2) *Annales des ponts et chaussées*, 1860 ; 58.
(3) *Comp. rend.*, 1861 ; LII, 334. — L'*Année scientifique et industrielle*, par L. Figuier, 6e année, 56.

forêts diminuent les crues et les chances d'inondations, tandis que les autres pensent qu'elles les augmentent et qu'elles agissent, en tout cas, d'une manière très-différente suivant les saisons. Ces résultats contradictoires nous montrent combien la question est complexe; elle ne peut évidemment être résolue que par des expériences variées qui seraient discutées avec soin, faites dans des localités bien comparables, sur des sols également perméables et qui seraient poursuivies pendant un certain nombre d'années.

Éboulements. — MM. Heuser et Claraz (1) ont remarqué au Brésil que de fortes pluies pouvaient occasionner des éboulements qui contribuaient à modifier la configuration du sol. Les uns s'étaient produits perpendiculairement et les autres parallèlement à la stratification des couches. Ainsi, l'argile résultant de la décomposition d'un sous-sol granitique se met en mouvement lorsque, se trouvant sur des pentes, elle vient à être complétement imbibée par l'eau. Ce phénomène peut d'ailleurs se produire sur une étendue de quelques arpents; et la présence des arbres ne l'empêche pas entièrement, car il s'observe même dans les forêts vierges.

Comparaison de la température dans l'air et dans le sol. — M. Pourriau (2) a comparé la température dans l'air et dans le sol, à une profondeur de 2 mètres. Ses expériences qui ont été faites à la ferme-école de la Saulsaie ont été poursuivies pendant cinq années. La température moyenne de l'air étant 10°,21, celle du sol est notablement plus grande et égale à 12°,79. Tandis que la température moyenne du sol est plus élevée que celle de l'air en hiver et en automne, elle est moins élevée en été de 2° environ; mais au printemps les températures moyennes du sol et de l'air sont sensiblement égales. La moyenne des maxima extrêmes est égale à 34°,5 dans l'air, et seulement à 19°,75 dans le sol; d'un autre côté, la moyenne des minima extrêmes est de — 12°,14 dans l'air et de + 6° dans le sol. La chaleur se propage d'ailleurs lentement dans l'intérieur du sol; en sorte qu'à 2 mètres de profondeur le maximum de température arrive seulement à la fin d'août et le minimum vers la fin de février. Ces résultats s'accordent avec ceux obtenus déjà par d'autres observateurs.

PRODUITS AQUEUX.

Passons maintenant aux phénomènes actuels qui résultent de l'action des eaux à la surface de la terre. Il faut alors distinguer

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, 66e année, 1861; X, 174.
(2) *Comp. rend.*, 1861; LIII, 647.

trois sortes de produits, ceux qui sont engendrés : 1° par les glaces ou par les eaux à l'état solide, 2° par les eaux douces, 3° par les mers.

Produits aqueux solides.

Propriétés de la glace. — La glace possède quelques propriétés physiques exceptionnelles qui ont été bien mises en évidence par des expériences de MM. Faraday, Thomson et Tyndall. Nous allons les faire connaître sommairement d'après M. L. Foucault (1).

Bien que la glace soit incontestablement un corps solide et fragile, elle possède une propriété adhésive qui apparaît surtout dans le phénomène auquel on a donné le nom de regel. Il consiste en ce que deux morceaux de glace fondante appliqués l'un sur l'autre se soudent immédiatement par la solidification de la couche liquide qui mouille leurs surfaces. Maintenant, d'après le principe de Carnot qui a été vérifié par l'expérience, comme la glace se dilate en se solidifiant, la pression tendra nécessairement à abaisser son point de congélation, et par suite à la ramener en partie à l'état liquide. Alors, si l'on suppose que la glace soit pressée contre de la glace, il se produira une fusion aux points de contact; mais si les deux parties ne changent pas de position, la fusion survenue en ces points les délivre aussitôt de la pression qui, transportée en d'autres points, permet à la couche liquéfiée de se reprendre en glace. Ainsi se forment les premiers centres de soudure qui, par le déplacement progressif des pressions, s'étendent et se consolident jusqu'à ce que la somme des adhérences soit assez grande pour supporter sans changement d'état la somme des forces qui sollicitent l'une vers l'autre les deux masses de glace. C'est la même cause qui produit le glissement et qui engendre consécutivement l'adhérence. Indépendamment de ce que la glace glisse et adhère à elle-même, elle est encore affectée d'une fragilité extrême. Ces trois propriétés expliquent donc pourquoi, dans une substance vitreuse et fragile comme la glace, le dégel et le regel qui accompagnent les variations de pression permettent d'exécuter des changements de forme aussi étendus, aussi complets que si l'on opérait sur une substance malléable ou plastique.

Phénomènes relatifs aux glaciers. — Malgré les travaux d'Agassiz, de Charpentier, Forbes, Desor, Martins, Collomb et des nombreux savants qui se sont occupés de l'étude des

(1) L. Figuier. *L'Année scientifique et industrielle*, 6e année, 32.

glaciers, il était fort difficile d'expliquer convenablement leur mouvement et les diverses particularités que présente leur structure. Mais les propriétés curieuses de la glace qui viennent d'être signalées nous éclairent sur leurs principaux phénomènes. Voici en effet, d'après diverses publications de M. Tyndall (1) comment ces phénomènes se succèdent et s'enchaînent l'un l'autre :

1. Les glaciers proviennent de la neige des montagnes qui a été convertie en glace par la pression.

2. L'expérience a démontré que l'on peut, par la pression, faire passer la neige à l'état de glace.

3. A mesure que la masse devient plus compacte, sa faculté du céder à la pression va en diminuant ; toutefois cette faculté ne disparaît pas complétement, même lorsque la matière a acquis un état de consolidation tel qu'on puisse la désigner par le nom de glace.

4. Quand une épaisseur suffisante de neige se trouve accumulée à la surface du sol, les portions inférieures sont naturellement comprimées par le poids des parties supérieures. Si la masse repose alors sur une pente, elle cédera principalement dans la direction de la pente, et par suite elle se mouvra en descendant.

5. En outre la masse entière glisse d'une seule pièce le long du sol incliné qui la supporte, et elle laisse des marques de ce glissement contre les rochers sur lesquels elle passe : usant leurs aspérités, elle burine à leur surface des rainures ainsi que des stries qui sont orientées dans la direction de son mouvement.

6. De cette manière, le dépôt de neige, consolidée ou non, qui couvre les parties les plus élevées des hautes montagnes, descend lentement par les vallées adjacentes ; il en résulte alors de véritables glaciers qui se meuvent en partie par glissement, en partie par la plasticité de la masse elle-même.

7. Lorsque plusieurs vallées se réunissent en une seule, les glaciers tributaires que chacune d'elles contient se réunissent aussi de manière à former un seul glacier.

8. La vallée principale, comme les vallées tributaires, sont souvent sinueuses, et les glaciers qui remplissent ces dernières changent fréquemment de direction pour former le glacier inférieur. De plus, la largeur de la vallée varie souvent et le glacier est forcé, tantôt de passer par des gorges étroites, tantôt de s'élargir après qu'il les a traversées. Le centre du glacier se meut plus rapidement que le fond. Les points où le mouvement est le plus rapide

(1) *The glaciers of the Alps*, by John Tyndall, 1860. *L'Instit.*, octobre 1862, 346. — *Revue des sciences et de l'industrie*, par Grandeau et Laugel, 1862; 74.

sont distribués suivant une loi semblable à celle que l'on a reconnue pour le cours des rivières; ils se déplacent tantôt d'un côté de la ligne médiane, tantôt de l'autre, suivant les changements de courbure de la vallée.

9. Ces effets divers peuvent être reproduits expérimentalement sur de petites masses de glace. En outre, la glace se laisse mouler en forme de vases ou de statuettes, et l'on peut en courber une barre de manière à en faire un anneau ou même un nœud.

10. Bien que la glace soit susceptible de se mouler facilement, elle est cependant incapable de subir aucun allongement; par suite, la condition essentielle pour réussir à lui faire changer de forme, c'est de maintenir en contact les parties sur lesquelles on opère, afin que de nouvelles soudures puissent s'établir à la place des anciennes.

11. Plus la température de la glace est rapprochée de son point de fusion, plus il est facile d'obtenir ces résultats; car, quand la glace est à plusieurs degrés au-dessous de son point de fusion, elle se brise en une poudre blanche lorsqu'on la soumet à une pression, et alors elle n'est plus susceptible de se mouler.

12. A 0° deux morceaux de glace dont les surfaces sont humides se soudent l'un à l'autre, dès qu'ils sont mis en contact, et ils ne forment plus qu'une seule masse rigide; c'est cette propriété qui constitue le *regel*.

13. Quand de la glace comprimée se brise en un point, la continuité de la masse est rétablie par le regel des nouvelles surfaces contiguës. C'est aussi le regel qui permet à deux glaciers tributaires de se souder et de se réunir en un seul; c'est de la même manière encore que les crevasses se forment et se ressoudent ensuite; qu'enfin la dislocation éprouvée par un glacier, lorsque le sol qui le supporte change brusquement de niveau, peut disparaître à une certaine distance. Cette propriété du regel qui s'étend à toutes les parties de la masse, explique donc bien pourquoi la glace reste compacte pendant la descente du glacier.

14. Contrairement à l'idée émise par plusieurs savants, la viscosité est une propriété que la glace des glaciers ne possède réellement pas; car si les phénomènes qui se produisent sous l'influence d'une pression peuvent donner l'idée de son existence, l'analogie avec un corps visqueux disparaît complétement lorsqu'une tension est mise en jeu. En effet, quand le glacier est soumis à une force de traction, il y cède immédiatement par rupture et non par extension; telle est d'ailleurs l'origine des crevasses.

15. Les crevasses sont produites par les tensions mécaniques que subit le glacier. On peut les classer en crevasses marginales, trans-

versales et longitudinales ; les premières résultent d'une traction oblique provenant du mouvement plus rapide des parties les plus centrales ; les secondes, du passage du glacier sur une pente plus rapide ; les dernières, d'une pression par derrière, jointe à une résistance par devant, qui force la masse du glacier à se cliver dans une direction perpendiculaire à celle de la pression.

16. Les *moulins* sont formés par de profondes fissures interceptant les ruisseaux qui courent sur le glacier. L'eau en s'écoulant dans ces fissures agrandit son passage, dont la largeur atteint quelquefois 1 mètre, tandis que sa profondeur peut dépasser 100 mètres. L'affluence de l'eau dans les moulins est périodiquement interrompue par de nouvelles fissures où se reforment de nouveaux moulins.

17. Les moraines latérales sont formées par les débris que le glacier transporte le long de ses bords ; les moraines médianes qui se trouvent sur un glacier proviennent de l'union des moraines latérales de deux glaciers affluents ou tributaires ; les moraines terminales sont produites par les débris charriés par le glacier et déposés à son extrémité. Le nombre des moraines médianes d'un glacier est toujours égal au nombre des tributaires qui l'ont formé, diminué d'une unité.

18. Quand la glace ordinaire recouvrant la surface d'un lac est traversée par un rayon solaire intense, elle se liquéfie, de sorte qu'il se produit dans son intérieur des figures qui présentent la forme de fleurs ; chaque fleur est alors composée de six pétales ayant un espace vide au centre : ces fleurs se forment toujours parallèlement aux plans de congélation et elles résultent de la cristallisation de l'eau.

19. Les rayons solaires engendrent aussi dans la glace des glaciers d'innombrables disques liquides, avec des cavités qui sont vides. Jusqu'à présent, ces cavités vides ont été considérées à tort comme des bulles d'air, et leur forme aplatie ne résulte pas non plus d'une pression.

20. Les disques liquides nous éclairent sur la constitution intime de la glace des glaciers ; ils nous montrent, en effet, qu'elle est composée d'un agrégat de fragments dont les surfaces de congélation ou de cristallisation sont disposées dans tous les plans possibles.

21. Il y a aussi dans les glaciers d'innombrables alvéoles qui contiennent de l'eau et de l'air ; ces cavités se rencontrent également dans la glace des lacs. Dans ce dernier cas, elles sont dues à la fusion de la glace au contact de l'air. On manque d'expériences faites à ce point de vue sur la glace des glaciers.

22. La fusion de la glace sur une surface libre, qu'elle soit inté-

rieure ou extérieure, s'opère plus facilement qu'au centre d'une masse compacte.

23. Les bandes boueuses du glacier doivent être attribuées à des cascades de glace. Car lorsque le glacier rencontre un escarpement, il tombe et se brise dans une direction transversale; il présente alors des saillies qui sont séparées par des fissures; mais ces fissures ne tardent pas à devenir le réceptacle des poussières charriées par l'atmosphère et des petits débris qui sont répandus sur le glacier; puis, lorsque les saillies ont disparu par suite de la fusion, la boue reste à la surface sur laquelle elle forme des traînées successives.

24. La glace d'un grand nombre de glaciers présente une constitution laminaire, et lorsqu'elle a été exposée à l'action de l'air, elle peut être clivée en lames minces. Dans la glace intérieure, cette disposition se manifeste par des veines bleues qui s'étendent dans la masse blanchâtre du glacier; ces veines sont les portions de la glace desquelles les bulles d'air ont été plus complétement expulsées par la pression. C'est ce qui explique pourquoi elles sont en rapport avec la structure de la glace. On distingue d'ailleurs les structures marginale, transversale et longitudinale, que l'on peut regarder comme des effets inverses des crevasses marginales, transversales et longitudinales. Ces dernières résultent d'une tension, tandis que les différentes classes de structures sont au contraire produites par la pression qui s'exerce de diverses manières. En premier lieu, la pression agit sur la glace comme sur les roches qui présentent le mode de division que l'on nomme clivage; elle y détermine des joints de division qui sont perpendiculaires au sens dans lequel elle s'exerce. En second lieu, la pression produit une liquéfaction partielle de la glace: les parties liquides, ainsi engendrées, facilitent le dégagement de l'air hors du glacier; puis, quand la pression cesse d'agir, l'eau formée se regèle et concourt à la formation des veines bleues.

En résumé, l'étude des propriétés physiques de la glace qui a été faite dans ces dernières années montre que c'est une matière plastique, mais non visqueuse, puisqu'elle n'est aucunement susceptible de s'étirer; cette étude permet d'ailleurs de rendre compte d'une manière satisfaisante des principaux phénomènes présentés par les glaciers.

Congélation de l'eau salée. — Des expériences faites par M. Rüdorff (1) ont montré que si une dissolution de sel marin ayant une densité de 1,028 est refroidie à — 6°, il se congèle environ un

(1) *Annales de chimie et de physique*, LXIII, 488. — *Instit.*, 1861, 408.

tiers du liquide dont la glace donne à la fusion une eau salée ayant encore une densité de 1,010. M. Rüdorff a reconnu aussi que, pour des dissolutions aqueuses, l'abaissement du point de congélation de l'eau dans la dissolution est proportionnel à la quantité de sel dissous. Ces résultats s'accordent avec les observations d'autres physiciens et particulièrement de M. Despretz (1).

Produits aqueux lacustres.

Variations dans le régime du Tibre. — Dans un discours prononcé devant l'Académie Tibérine, M. le professeur G. Ponzi (2) a fait l'histoire géologique du Tibre depuis les temps les plus reculés jusqu'à nos jours. Ce fleuve a éprouvé des modifications et des changements dans son régime et dans sa direction; on doit attribuer ces divers phénomènes à la retraite de la mer, au soulèvement des Apennins et aux actions volcaniques qui s'exercent sur les contrées basses de l'Italie.

Lacs salés.—Il existe sur le terrain tertiaire de la province Victoria, en Australie, des lacs dont les uns contiennent de l'eau douce et les autres de l'eau salée. M. Selwyn (3), chargé de l'étude géologique de la colonie, a observé que, quand ces lacs ont un émissaire, leur eau est presque douce ou légèrement saumâtre; tandis que, dans le cas contraire, elle est généralement salée. Plusieurs de ces lacs sont peu profonds, en sorte qu'ils s'évaporent entièrement lorsque l'été est sec, et alors ils laissent un dépôt de sel qui recouvre une boue noirâtre. Quelquefois ce sel peut être recueilli en grande quantité, et il est même utilisé par les colons du voisinage. Comme on ne connaît pas de source salée dans le district, M. Selwyn pense que les emplacements de ces lacs salés correspondent à des dépressions de la surface dans lesquelles se serait réfugiée de l'eau de mer qui aurait été séparée du reste de l'Océan par le soulèvement du pays, en sorte que maintenant elle ne peut plus se perdre que par évaporation.

Nous observerons d'un autre côté que certains grès, et spécialement ceux des terrains mésozoïques, sont fortement imprégnés de sels; ils se couvrent même d'efflorescences qui dégradent et exfolient tellement leurs surfaces qu'ils sont impropres aux constructions. Or il est facile de concevoir que si les eaux atmosphériques provenant du lavage de ces grès se rendent dans des lacs sans émissaire, leur salure doit nécessairement augmenter très-prompte-

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860, 5.
(2) *Storia*, etc., brochure in-8, 23 p. — Rome, 1860.
(3) *Geology of the Colony of Victoria*. Catalogue of the Victorian Exhibition 1861, 161.

ment. Dans d'autres circonstances, que nous allons signaler maintenant, le même phénomène exige au contraire des durées énormes.

Variations séculaires dans la salure des lacs et des mers. — Quelques savants ont admis, en effet, que dans les pays chauds, des lacs d'eau douce peuvent devenir salés lorsque, par suite d'un changement de régime, ils perdent plus d'eau par évaporation que par le fleuve qui leur sert d'émissaire (1). M. Babinet (2) pense en outre que, réciproquement, des lacs salés peuvent, à la suite d'une longue période de siècles se changer en lacs d'eau douce. Il observe à ce sujet que si la Baltique et la mer Noire ont une salure moindre que l'Océan, c'est parce qu'elles reçoivent de grands fleuves et parce qu'elles ont un émissaire. Quant au lac Baïkal, qui a plus de 600 kilomètres de long, il est maintenant d'eau douce, et proviendrait, d'après M. Babinet, d'une ancienne mer intérieure qui aurait été dessalée par son émissaire la puissante rivière d'Angara. L'existence de phoques, de harengs, de corail et de divers animaux marins qui vivent encore actuellement dans le lac Baïkal serait, pour M. Babinet, une preuve de la salure anciennement existante; et c'est la lenteur avec laquelle cette salure disparaissait qui aurait permis à ces animaux de s'acclimater dans l'eau douce.

Produits aqueux marins.

Variations dans la composition de l'eau des mers. — M. G. Forchhammer (3) a fait des recherches étendues sur la composition chimique de l'eau des mers et sur les variations qu'elle présente soit à la surface, soit dans la profondeur. Afin de rendre bien sensibles les variations de salure à la surface, il a inscrit sur une mappemonde la quantité totale de sels qui était laissée par l'évaporation d'un litre d'eau de mer puisée au point considéré. Les résultats de ces premières analyses de M. Forchhammer sont résumés par le tableau I (page 34).

Mais sur un même point de la mer la salure change encore avec la profondeur; c'est ce qui résulte d'expériences qui ont été faites sur des eaux de mer puisées, au même moment, à la surface et à différentes profondeurs. Ces dernières expériences ont également été multipliées sur toutes les mers et leurs principaux résultats sont donnés par le tableau II (page 35).

---

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860, 6.

(2) *Comp rend.*, 1861; LII, 265. — *L'Année scientifique et industrielle*, par L. Figuier, 6e année, 44.

(3) *Om Søvandets Bestanddele og deres fordeling i Havet.* — Copenhague, 1859. (Extrait du danois avec l'aide de M. de la Roquette.)

I. *Composition moyenne de l'eau à la surface des mers.*

Numéros.	DÉSIGNATION DES MERS.	Chlore dans 1.000 parties d'eau.	Acide sulfurique.	Chaux.	Magnésie.	Résidu salin donné par 1.000 parties d'eau.
1	Océan Atlantique entre l'équateur et le 30° de latitude Nord	19,989	2,348	0,595	2,220	36,169
2	*Id.* entre le 30° de latitude Nord et une ligne menée de la pointe septentrionale de l'Ecosse à Terre-Neuve	19,835	2,391	0,609	2,201	35,946
3	*Id.* Septentrional	19,538	2,322	0,578	2,161	35,356
4	Détroit de Davis et baie de Baffin	18,317	2,214	0,513	2,066	33,176
5	Océan Atlantique entre l'équateur et le 30° de latitude Sud	20,169	2,419	0,586	2,203	36,472
6	*Id.* entre le 30° de latitude Sud, le cap Horn et la pointe méridionale de l'Afrique	19,376	2,213	0,556	2,169	35,038
7	Mer entre l'Afrique, Bornéo et Malacca	18,670	2,247	0,557	2,056	33,866
8	Mer entre la côte Sud-Est de l'Asie, les Indes orientales et les îles Aleutiennes	18,514	2,207	0,563	2,027	33,569
9	Mer entre les îles Aleutiennes et les îles de la Société	19,489	2,276	0,571	2,158	35,219
10	Courant d'eau froide Patagonien	18,304	2,215	0,541	2,076	33,966
11	Pôle Sud	15,748	1,824	0,498	1,731	28,565
	Moyenne pour les mers du globe	18,946	2,253	0,561	2,096	34,304

Numéros.	DÉSIGNATION DES MERS.	NOMS des observateurs ou des navires.	DATE de l'observation.	PROFONDEUR.	Chlore.	Acide sulfurique.	Chaux.	Potasse.	Magnésie.	Résidu sali.
1	25° 35′ longitude occidentale.. . 12° 36′ latitude Nord.	Sir James Ross.	22 juillet 1843	Surface.	20,114	2,343	0,619	0,284	2,315	36,195
				3.478 mètres.	19,517	2,271	0,598	0,273	2,128	35,170
2	25° 54′ longitude occidentale.. . . 1° 10′ latitude Nord.	Sir James Ross.	11 juillet 1843	Surface.	19,757	2,363	0,584	0,430	2,333	35,737
				564 mètres.	19,715	2,265	0,547	0,388	2,253	35,520
				1.138 mètres.	19,548	2,322	0,545	0,386	2,239	35,365
3	9° 30′ longitude occidentale. . . 47° 45′ latitude Nord.	Lieutenant Schultz.	1845	Surface.	19,944	2,556	0,589	0,383	2,273	35,922
				122 mètres.	19,640	2,595	0,623	0,383	2,357	35,925
				347 mètres.	19,699	2,594	0,628	0,383	2,296	36,033
4	54° 15′ longitude occidentale. . . 40° 21′ latitude septentrionale.. . (au sud-ouest du banc de Terre-Neuve).	Capitaine von Dockum.	13 août 1845	Surface.	20,093	2,425	0,606	0,401	2,391	36,360
				75 mètres.	20,172	2,425	0,605	0,538	2,261	36,598
5	7° 52′ longitude occidentale. . . 59° 50′ latitude Nord.	Capitaine Gram.	5 mai 1845	Surface.	19,671	2,342	0,592	0,320	2,210	35,576
				84 mètres.	19,638	2,338	0,598	0,363	2,210	35,462
6	39° 4′ longitude occidentale. . . 59° 45′ latitude Nord.	Capitaine Gram.	20 mai 1845	Surface.	19,306	2,310	0,575	0,431	2,119	35,067
				85 mètres.	19,361	2,337	0,579	0,373	2,186	34,963
7	Baie de Baffin à l'ouest de Disco. 66° 45′ latitude Nord.	Docteur Rink.	5 juillet 1849	Surface.	18,524	2,268	0 530	0,334	2,109	33,595
				132 mètres.	18,532	»	0,542	»	2,098	»
8	Nervæs au nord W. et Seskield au sud-est.	»	4 juillet 1847	Surface.	1,931	0,239	0 076	0,047	0,026	3,552
				56 mètres.	2,670	0,341	0,123	0,057	0,310	4,921
9	64° longitude occidentale. . . . . 25° 40′ (océan Atlantique).	Capitaine Irminger.	17 mars 1849	Surface. Température, 25°. .	20,302	2,450	0,620	0,286	2,301	36,705
				902 mét. Température, 7°,75.	20,222	2,380	0,581	0,281	2,274	36,485
10	38° 26′ longitude occidentale. . . 29° 13 1/2′ latitude Sud.	Valkyrien.	15 mars 1848	Surface.	20,166	2,537	0,585	0,342	2,022	36,997
				150 mètres.	19,736	2,448	0,573	0,253	2,023	36,227
11	81° 5′ longitude orientale. . . . . 1° 56′ latitude Sud.	Valkyrien.	14 mai 1848	Surface.	19,626	2.330	0,567	0,164	2,207	35,512
				66 mètres.	19.606	2,451	0,558	0,280	2,147	35,819
12	62° 52′ longitude orientale. . . . . 35° 2′ latitude Sud.	Valkyrien.	26 avril 1848	Surface.	19.548	2,349	0,588	0,228	2,101	35,415
				94 mètres.	19,786	2,380	0,572	0,208	5,218	35,671
13	148° 27′ longitude orientale. . . . 38° 31′ latitude Nord.	Galathée.	27 août 1846	Surface.	18,873	2.178	0,615	0,317	2,046	34,052
				910 mètres.	19,075	2,249	0,543	0,317	2,132	34,426
14	107° 16′ longitude orientale. . . . 4° 30′ latitude (mer de Chine).	Galathée.	23 mai 1846	Surface.	18,846	2,258	0,572	0,326	2,067	34,132
				113 mètres.	18,885	2,195	0,567	0,340	2,146	34,033

Ces tableaux de M. Forchhammer parlent en quelque sorte d'eux-mêmes et réclament peu d'explications. Le premier nous montre qu'à la surface de la mer, la salure présente des différences qui, pour être faibles, n'en sont pas moins faciles à constater par l'analyse. De même que la densité de l'eau de mer, la salure augmente vers l'équateur et loin des côtes, tandis qu'elle diminue beaucoup vers les pôles. Le deuxième tableau fait voir de plus que la salure varie d'une manière notable avec la profondeur et qu'elle va tantôt en diminuant, tantôt en augmentant. Ces résultats s'expliquent simplement par une évaporation plus active sous l'équateur, par la fusion continue des calottes de glace qui se trouvent aux pôles et enfin par l'existence de courants sous-marins.

Anciens rivages. — L'examen des rivages actuels de la mer nous montre qu'ils sont habités par une multitude de mollusques perforants; mais les cavités percées par ces mollusques se conservent et se reconnaissent très-bien jusque dans toute la série des terrains; on comprend donc qu'elles puissent servir à repérer les anciens rivages des mers. M. Marcel de Serres (1) cite des exemples dans lesquels il a employé ce moyen, et il observe, à ce sujet, qu'il est susceptible d'être appliqué aux diverses époques géologiques.

Dépôts littoraux. — M. Mairand (2) a réuni divers documents sur la composition chimique et minéralogique des dépôts que la mer laisse sur son rivage entre Nantes et Bordeaux. Ces dépôts sont surtout charriés par la mer, et les fleuves n'y apportent qu'un bien faible contingent. Au-dessus du niveau des marées, il se forme, sur les côtes plates, des dunes de sable qui sont sans cesse remaniées par les vents. Au niveau supérieur des marées, des couches de vase se déposent dans les golfes et dans les parties qui sont abritées de la vague et des courants; tandis que des sables et des cordons littoraux de galets s'observent sur les côtes qui sont lavées par des eaux en mouvement. Au-dessous du balancement des marées, il y a bien encore des bancs de sable dans le lit des courants, mais les dépôts deviennent d'autant plus fins que la tranquillité est plus grande dans les profondeurs de l'Océan. Les nombreuses observations des ingénieurs hydrographes sur les côtes de France et celles de M. l'ingénieur Bouniceau avaient depuis longtemps établi l'ensemble de ces faits; toutefois, il serait très-intéressant d'étu-

(1) *Comp. rend*, 1861; LII, 71.
(2) *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, 1860 (2e s.), II, 78.— *Revue des Sociétés savantes*, 1861.

dier avec détail la composition minéralogique des dépôts littoraux; car en la comparant à celle des roches qui forment les côtes, on parviendrait à indiquer l'origine de ces dépôts.

Marais littoraux. — Les marais qui dans le sud de la France se trouvent sur le littoral de la Méditerranée ont été étudiés par M. Duponchel (1), qui a fait connaître les moyens propres à opérer leur desséchement. Entre l'embouchure du Rhône et celle de l'Aude, ces marais occupent une surface de près de 200.000 hectares. Pour le Rhône seul, le Delta intérieur ou la Camargue en comprend 85.000 hectares, la rive droite 29.600 hectares, la rive gauche 26.000 hectares; ce qui fait en tout 140.600 hectares de marais. M. Duponchel distingue d'abord deux catégories de marais littoraux.

Les premiers sont caractérisés par une double pente, dont l'une est longitudinale et l'autre transversale par rapport au cours d'eau. Ils sont le débouché naturel de ses affluents. Ils comprennent d'ailleurs la majeure partie des terrains marécageux qui sont en dehors des deltas.

Les seconds n'ont aucune pente et affectent la forme de cuvettes. Ils s'observent à l'intérieur des deltas; c'est ainsi, par exemple, que l'étang de Valcarés se trouve au centre de l'île de la Camargue. Ils s'observent aussi le long des lagunes lorsqu'elles sont trop éloignées des cours d'eau principaux pour être colmatées. Cette distinction entre les marais littoraux est importante, parce que, comme l'observe avec raison M. Duponchel, elle est en relation avec le système qui doit être employé pour les dessécher. Tandis que ceux de la seconde catégorie peuvent être isolés par des digues de ceintures et épuisés artificiellement à l'aide de machines élévatoires, ceux de la première catégorie doivent généralement être améliorés progressivement par le colmatage des affluents dont ils reçoivent les eaux.

Mais il ne suffit pas de dessécher des marais littoraux pour qu'ils soient propres à la culture, il est encore indispensable de les dessaler. Lorsque des terrains ont été baignés par la mer, on comprend qu'ils doivent être fortement imprégnés de sel marin; et alors, comme le fait remarquer M. Duponchel, les effets produits diffèrent beaucoup suivant les climats.

Dans le Nord, notamment en Hollande, le sel est constamment dissous par un excès d'eau pluviale, en sorte qu'il disparaît rapidement; la petite proportion qui est retenue par le sol est plutôt favorable que nuisible à la végétation.

---

(1) *Annales des ponts et chaussées*, 1861 (4e s.), II, 152.

Dans le sud au contraire, et en particulier sur le littoral de la Méditerranée, il en est tout autrement : il faut sans doute l'attribuer à ce que l'évaporation naturelle est supérieure à la quantité d'eau pluviale. Alors, à mesure que la couche supérieure du sol se dessèche, l'eau salée qui a pénétré dans les couches inférieures remonte en vertu de la capillarité ; puis en s'évaporant, elle donne à la surface un dépôt de sel qui s'oppose à toute végétation. Il ne suffit donc pas, sur le littoral de la Méditerranée, de dessécher un marais pour pouvoir le cultiver, il est encore indispensable de le dessaler. Cette opération y présente d'ailleurs les plus grandes difficultés; parce que c'est toujours la même quantité de sel qui remonte pendant l'été et qui s'infiltre dans le sol à l'automne; les grandes pluies de l'hiver ne la diminuent pas d'une manière notable. Souvent des marais qui pendant l'été se couvrent d'une épaisse couche de sel donnent pendant l'hiver une eau qui est à peine saumâtre. Enfin, près de l'embouchure du Rhône et de l'Aude, de vastes plaines qui depuis des siècles n'ont pas été recouvertes par la mer et qui sont au contraire lavées périodiquement par des torrents d'eau douce, présentent encore le phénomène de la montée du sel pendant l'été; de plus, on l'observe même à la suite d'une crue et après que leur fond a été recouvert par une couche épaisse d'alluvions.

Les explications précédentes permettent d'apprécier combien il est difficile de dessaler un terrain qui a été baigné par la mer et qui se trouve dans un climat où la perte par évaporation est supérieure à la quantité de pluie. M. Duponchel pense toutefois qu'il est encore possible d'y parvenir en ayant recours au drainage. On comprend, en effet, que l'eau d'infiltration provenant des pluies doit nécessairement dissoudre et entraîner une partie du sel. D'un autre côté, des irrigations artificielles, celles surtout qui permettent de faire alternativement entrer et sortir les eaux par les tuyaux de drainage seront aussi très-efficaces pour dessaler un pareil terrain.

Animaux marins vivant à de grandes profondeurs. — On sait, d'après les recherches du célèbre géologue Forbes, que le nombre des mollusques peuplant le fond de la mer diminue très-rapidement avec la profondeur; il ne faut pas croire cependant que la région profonde de la mer soit entièrement déserte. Déjà M. Dana a signalé quelques caryophylliens pêchés à une profondeur de 200 brasses et M. Darwin a trouvé des bryozoaires et un gorgonien à plus de 160 brasses. Le capitaine Maury et les ingénieurs hydrographes américains ont en outre bien constaté que, dans les parties

où l'Océan atteint 1800 et même 2.700 brasses de profondeur, son fond est formé par les débris de foraminifères et d'infusoires; mais il n'est pas absolument certain que ces êtres microscopiques aient vécu à la profondeur à laquelle on les rencontre, et M. Bailey penserait même que leurs carapaces ont été transportées. Toutefois des recherches que M. A. Milne Edwards (1) a faites dans ces derniers temps ont mis complétement hors de doute l'existence de mollusques marins dans des mers très-profondes. Car lorsqu'on a retiré le câble du télégraphe sous-marin établi entre Cagliari (Sardaigne) et Bône (Algérie), on y a trouvé de nombreux mollusques qui s'y étaient développés pendant qu'il était à une profondeur supérieure à 2.000 mètres. M. A. Milne Edwards, qui les a examinés, cite spécialement l'ostrea cochlear qui habite les eaux profondes et qui est bien connue des pêcheurs de corail de la Méditerranée. Plusieurs espèces de peignes dont l'une avait une coquille fortement colorée ont également été ramenés avec le câble. Il faut y joindre une monodonte, un fuseau, ainsi que des coralliaires, appartenant à la famille des turbinolides. Ce qui est plus important, c'est que l'un d'eux, caryophyllia armata, se rencontre à l'état fossile dans le tertiaire supérieur du Piémont et de la Sicile. Un autre très-voisin du caryophyllia clavus paraît identique à un polypier fossile que M. Deshayes a trouvé dans le pliocène de l'Algérie. Comme l'observe M. A. Milne Edwards, il est très-intéressant pour la géologie de trouver dans la Méditerranée, à des profondeurs de plus de 2.000 mètres, des mollusques dont les habitudes sont sédentaires et qui appartiennent presque tous à des espèces réputées rares; ce fait est d'autant plus remarquable que quelques-uns de ces mollusques ne paraissent pas différer de certaines espèces qu'on connaît à l'état fossile dans le terrain tertiaire supérieur du même bassin.

PRODUITS INTÉRIEURS.

Les phénomènes qui ont leur origine au-dessous de la surface du globe sont ceux dont nous avons à nous occuper maintenant; ils se rapportent plus spécialement aux eaux souterraines et minérales, aux sources de pétrole et aux volcans.

---

(1) *Annales des sciences naturelles* (4e s.), XV, n° 2.

Eaux souterraines.

Nappes d'eau souterraines. — Les eaux qui tombent à la surface de la terre pénètrent en partie dans son intérieur et donnent lieu à des nappes souterraines. Pour en constater l'existence, il suffit de déterminer les cotes de l'eau dans une série de puits, car en les comparant entre elles on voit qu'elles varient généralement d'une manière continue. A l'aide de ces cotes, il est d'ailleurs possible de tracer les courbes horizontales qui représentent la surface supérieure des nappes souterraines; on saisit alors facilement leur forme, leur mode d'écoulement et leurs rapports, soit entre elles, soit avec les nappes superficielles.

Prenons, comme exemple, la carte hydrologique de la Ville de Paris dont nous avons fait connaître précédemment le mode d'exécution (1).

Si nous considérons d'abord la nappe d'infiltration de la Seine, elle s'élève à mesure qu'on s'éloigne des bords du fleuve. Sa pente moyenne est au moins de $0^{m},001$ par mètre; elle est donc beaucoup plus grande que celle de la Seine, ce qui tient à ce qu'elle s'écoule difficilement, même à travers les terrains les plus perméables. Les courbes horizontales qui représentent sa surface sont des lignes ondulées à peu près parallèles; disposées symétriquement sur chaque rive, elles se coupent, deux à deux, sous des angles très-aigus dont le sommet est dirigé vers l'amont et elles vont se raccorder avec la Seine. Il importe aussi d'observer que la nappe dite d'infiltration ne résulte pas d'une infiltration de la Seine à travers ses deux rives, comme le nom qu'on lui donne pourrait le faire croire; elle est au contraire alimentée par les eaux provenant des collines qui environnent Paris.

La forme de la nappe d'infiltration est d'ailleurs remarquablement indépendante de l'inclinaison des couches imperméables qui se trouvent au-dessous d'elle. Il arrive souvent qu'elle se relève lorsque ces couches s'infléchissent; elle n'est aucunement parallèle aux couches perméables qu'elle baigne, qu'elles soient formées par le calcaire grossier, les sables moyens ou le calcaire lacustre; elle peut même les couper toutes indistinctement.

Si l'on considère au contraire une nappe souterraine spéciale,

---

(1) Delesse, *Bull. géol.* (2e s.), XIX, 20. — Deux feuilles grand monde imprimées en lithochromie et gravées par Avril frères. — Paris, Savy.

comme celle qui recouvre les marnes vertes au sommet de Montmartre, sa forme reste toujours plus ou moins en relation avec celle de la couche imperméable qui la supporte et qui lui donne naissance.

La nappe d'infiltration se trouve dans l'intérieur de Paris à un niveau plus élevé que la Seine et doit nécessairement se déverser dans le lit du fleuve; par suite, la Seine joue à l'égard de la nappe d'infiltration le rôle d'un canal de desséchement; elle détermine l'écoulement de ses eaux et elle opère le drainage de la Ville de Paris.

Variations dans la composition des eaux souterraines. — La proportion des sels terreux en dissolution dans les eaux varie beaucoup moins lorsqu'elles sont souterraines que lorsqu'elles sont superficielles; cependant elle n'est pas constante, et, dans une série d'essais hydrotimétriques faits sur diverses sources, M. Belgrand (1) a constaté qu'elle augmente au moment des basses eaux.

Le puits artésien de Grenelle présentait pour ces recherches une source assez exceptionnelle; car son régime est invariable, et, dans ces dernières années, son débit se maintenait à $10^{lit},50$ par seconde. Par une série d'essais hydrotimétriques exécutés chaque semaine, du 10 mars 1857 au 31 décembre 1860, M. Belgrand a reconnu que la proportion de sels contenue dans l'eau qu'il fournit n'est pas constante. Il est probable que cela tient à ce que la quantité d'eau de pluie introduite dans la nappe souterraine qui alimente le puits de Grenelle augmente ou diminue suivant les saisons. Mais on comprend que cette nappe doive surtout dépendre du régime des rivières qui coulent sur les affleurements des sables inférieurs au gault. Les crues de ces rivières donnent naturellement lieu à des crues correspondantes dans la nappe souterraine de Grenelle et par suite à des minima dans le degré hydrotimétrique ; seulement, à cause de la distance et de la lenteur de l'infiltration souterraine, les minima devront être en retard sur les crues des rivières. La comparaison des courbes hydrotimétriques de Grenelle avec les courbes représentant le débit de l'Aisne, qui coule entièrement dans la craie inférieure, vient en effet confirmer ce retard et montrer qu'il est à peu près de deux mois. De plus les minima des courbes hydrotimétriques sont compris entre février et août, tandis que leurs maxima sont entre août et février. Au printemps de 1857 M. Belgrand a obtenu pour le puits de Grenelle le minimum

(1) Note sur le puits de Passy. *Annuaire de la Société météorologique de France*, IX, 124.

de 9°, 18, et pour février 1858 le maximum de 11°, 10. Ces résultats s'accordent bien avec les observations de M. Dausse qui a reconnu que les pluies d'été ne profitent pour ainsi dire pas aux sources dont l'alimentation est due presque entièrement aux pluies d'hiver. Ils s'accordent également avec des recherches que M. Delesse a poursuivi pendant plusieurs années sur les variations du niveau de l'eau et sur le degré hydrotimétrique dans les nappes souterraines des environs de Paris.

Puits artésiens.

Quelques faits intéressants ont été constatés par MM. Mulot et Dru (1) dans l'exécution de puits forés.

Ainsi, à la Guipière, dans les environs de Nantes, un sondage entrepris dans les schistes et les quartzites a amené la découverte de plusieurs nappes d'eau. Le niveau de ces nappes s'est relevé successivement à mesure que la profondeur du sondage augmentait; et à 26 mètres, on a obtenu une nappe jaillissante. Ce résultat mérite d'être mentionné, parce qu'il montre que les puits artésiens peuvent être tentés avec chances de succès, même dans un sous-sol formé par des schistes de transition métamorphiques.

Dans la vallée de la Somme, près de Séraucourt-le-Grand, MM. Mulot et Dru ont foré plusieurs puits donnant de l'eau jaillissante à une très-faible profondeur. Leur étude a montré qu'ils ont une origine très-simple; car la nappe d'eau qui les alimente est fournie par la Somme elle-même : par suite de barrages qui ont relevé son niveau, cette rivière s'infiltre dans la vallée à travers les tourbes, en sorte qu'elle jaillit au-dessus du sol quand on perce des trous de sonde en aval des barrages et dans leur voisinage.

Un sondage fait en amont de Nantes dans le lit même de la Loire a amené un résultat encore plus curieux. MM. Mulot et Dru ont constaté, en effet, que dans l'endroit où se faisait le sondage, le terrain diluvien reposait sur le micaschiste qui est une roche imperméable et que son épaisseur était de 22 mètres. Or à 16 mètres au-dessous de l'eau de la Loire après avoir traversé une couche d'argile, ils ont obtenu une nappe jaillissante qui s'élève à 0m.60 au-dessus du niveau du fleuve à marée basse. Voici donc une nappe jaillissante qui coule dans le terrain de transport formant le lit d'une rivière, et qui, d'après les conditions indiquées, doit être alimentée en aval par la rivière elle-même.

— Nous indiquerons encore que près de la fabrique de papier de

(1) Communication particulière.

Dresde, en Saxe, un puits artésien, d'une profondeur de 65 mètres, a donné plusieurs nappes d'eau qui sont abondantes (1).

— On sait que des gaz combustibles se dégagent quelquefois des trous de sonde ayant pour but de rechercher de l'eau ou des matières minérales. C'est ce que l'on observe notamment au puits artésien de Campo-San-Paolo à Venise; et une analyse faite par M. Kauer (2) a montré que c'est du gaz des marais. Les couches desquelles ce gaz provient contiennent du reste des débris végétaux.

Eaux minérales.

Les eaux minérales ont été étudiées d'une manière spéciale par M. J. François (3), qui a présenté diverses considérations sur leur gisement et sur leur régime.

1° On peut distinguer d'abord les eaux thermo-minérales qui forment la division la plus importante et qui se trouvent habituellement dans les pays de montagnes. Elles émergent souvent vers la limite de deux roches, particulièrement lorsque l'une d'elles est éruptive; elles émergent aussi par les failles, les lignes de fracture profondes, et en un mot par les filons. Leur composition est assez variable; cependant elle paraît en relation avec les roches éruptives qui leur sont associées et elles forment en quelque sorte leur cortége. Dans les Pyrénées, par exemple, les eaux sulfureuses sont réparties vers la limite des massifs granitiques; elles sont en relation avec les pegmatites avec les eurites, et en général avec les filons. Les eaux salines et mixtes des Pyrénées sont d'ailleurs en relation avec les ophites.

Quand les versants d'une chaîne de montagnes sont formés de terrains sédimentaires, on conçoit que les eaux thermo-minérales puissent plus difficilement arriver à la surface; elles tendront généralement à se perdre dans ces terrains, à moins que des failles ne leur permettent d'émerger. Ainsi, sur le versant occidental des Alpes, il existe de nombreuses sources thermales qui sont groupées suivant des failles N.-S. ou N.-N.-E. et qui émergent dans les terrains secondaires. A l'ouest des Corbières, les sources thermales apparaissent également suivant des failles du terrain crétacé. Il

(1) *Sitzungs-Berichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, 1861, 120.

(2) *Académie des sciences de Vienne*, 1861, juin.

(3) Les eaux minérales dans leurs rapports avec la science de l'ingénieur. (Extrait du *Dictionnaire général des eaux minérales*.)

en est de même à Luxeuil dans la Haute-Saône et dans les montagnes Noires. Enfin on observe très-bien l'émergence des sources thermales par des filons; indépendamment de l'exemple de Plombières, M. J. François cite les sources de la Malou, dans les Cévennes, qui sortent de filons de quartz contenant des sulfures métalliques; celles de Pontgibaud (Puy-de-Dôme); celles de Canaveilles et d'Olette, dans les Pyrénées orientales; celles du Mahoura, près Cauterets; celles du groupe du Pré à Luchon.

2° Les eaux minérales froides ont un autre gisement et, comme il est facile de le comprendre, une autre origine que celles desquelles nous venons de parler. D'abord, elles sont habituellement dans les pays de plaine. Parmi les principales variétés, M. François distingue les carbonatées calcaires, qui contiennent du carbonate de chaux; les sulfatées calcaires ou séléniteuses; les salées, dans lesquelles il y a du chlorure de sodium; les magnésiennes, qui se rencontrent dans le trias; les ferrugineuses et magnésiennes, qui passent sur des roches contenant du fer ou du manganèse. On conçoit que toutes ces eaux minérales froides proviennent d'une simple infiltration des eaux de la surface qui dissolvent diverses substances se rencontrant dans les terrains qu'elles traversent. Lorsque des décompositions s'opèrent dans l'infiltration, il en résulte encore d'autres variétés d'eaux minérales froides: les sulfureuses, qui sont dues à la réduction des sulfatées calcaires par des matières organiques; les ferrugineuses sulfatées, dues à la décomposition des pyrites; les ferrugineuses des prairies qui contiennent l'oxyde de fer uni à des acides organiques. C'est à ces dernières variétés qu'il faut rapporter les eaux de mine qui sont quelquefois utilisées comme eaux minérales; elles se chargent, par infiltration, des produits résultant de l'altération des minerais ou des matières exploitées, et l'on conçoit que leur composition puisse être très-variable. Enfin il nous paraît que les nappes souterraines qui alimentent les puits artésiens sont toutes plus ou moins minérales, surtout lorsqu'elles traversent des terrains contenant des substances salines ou des roches en décomposition; de plus, quand on va les atteindre à une grande profondeur, elles sont chaudes et par conséquent thermo-minérales.

M. François signale particulièrement les rapports intimes qui existent entre les sources minérales et certaines roches qu'il appelle pour cette raison congénères. Le plus souvent les sources se trouvent simplement associées à ces roches, soit qu'elles aient accompagné ou suivi leur éruption, soit qu'elles se minéralisent en les traversant par infiltration. Cependant elles peuvent aussi

engendrer des roches congénères, comme cela paraît être le cas pour les filons.

Généralement les sources minérales ne sont pas isolées, mais elles présentent un groupement. Il est facile de s'en rendre compte en observant qu'elles tendent nécessairement à se bifurquer et à émerger sur différents points. Ce sont alors celles qui sont le moins mélangées avec les eaux de la surface qui ont la température la plus élevée et la plus grande proportion de matières salines.

Parmi les diverses causes qui influent sur le régime des sources minérales, M. J. François signale les infiltrations ainsi que les engorgements quelquefois assez rapides qu'elles occasionnent par leurs dépôts. Indépendamment des variations dans leur débit, il y en a dans la température et dans la proportion des substances qu'elles tiennent en dissolution. Des observations faites par M. Filhol et J. François sur les sources sulfureuses des Pyrénées, sembleraient même indiquer que la pression barométrique et la direction des vents influent sur le degré qu'elles marquent au sulfhydromètre. A ces considérations générales sur les sources minérales, M. J. François ajoute la description d'un procédé qu'il a employé avec succès pour leur captage; il consiste à circonscrire les eaux minérales dans une enceinte dans laquelle on les fait ensuite refluer au moyen d'une pression exercée à l'extérieur et avec de l'eau dont on élève le niveau graduellement.

Plombières. — Les eaux minérales de Plombières viennent d'être l'objet d'une étude nouvelle faite par MM. Jutier et J. Lefort (1). Les vallées des environs de Plombières affectent une direction comprise entre 50° et 63° N.-E. qui paraît se rattacher au soulèvement de la Côte-d'Or; ce sont des vallées de fractures auxquelles correspondent de nombreuses émergences de sources minérales. Dans celle de Plombières les sources surgissent à travers le granite porphyroïde qui peut être plus ou moins décomposé et changé en arène (2). Il est recouvert par du grès vosgien qui, sur certains points, a été altéré à son contact et métamorphosé en jaspe, sans doute par des infiltrations siliceuses (3). Les relations de voisinage du granite avec les sources minérales sont évidentes et dans les Vosges elles avaient fixé depuis longtemps l'attention de M. Thirria. D'autres observateurs, notamment MM. Daubrée

(1) *Études sur les eaux minérales et thermales de Plombières.* — Paris; 1 à 115.
(2) Delesse. *Annales des mines*, (1), IX, 587.
(3) Delesse. *Notice sur les caractères de l'arkose dans les Vosges.* (*Bibliothèque universelle de Genève*, mars 1848)

et Hogard, ont signalé de plus leur association avec les filons. M. Jutier en cite des preuves nombreuses. Ainsi, aux Fontaines-Chaudes, la baryte sulfatée se rencontre en cristaux volumineux sur les fentes du grès vosgien à travers lesquelles s'échappe l'eau minérale. Au Reherrey, la source minérale se trouve sur le prolongement d'un filon de quartz et de fer oligiste. A la Chaudeau les fentes par lesquelles arrivent les eaux minérales sont également remplies de quartz et de baryte sulfatée. Enfin à Plombières même, les recherches faites sur les sources thermales ont montré que chacune d'elles provient pour ainsi dire d'un filon et les substances minérales qui le remplissent le plus habituellement sont la chaux fluatée, le quartz, l'halloysite et la baryte sulfatée.

Il existe un rapport remarquable entre la température des sources et leur position dans la vallée de Plombières. En effet, les sources très-chaudes, marquant au moins 62°, se trouvent dans le fond de la vallée; les sources chaudes d'une température moyenne comprise entre 49° et 55°, forment comme une ceinture un peu au-dessus des premières : les sources tempérées dites aussi savonneuses, qui marquent de 13° à 33°, jaillissent des berges de la vallée à une hauteur de 8^{m} à 20^{m} au-dessus du fond. M. Jutier explique ce résultat en observant que, plus les eaux émergent au-dessus du fond de la vallée, plus elles sont mélangées avec les eaux froides provenant de la surface qui s'infiltrent à travers les fissures du granite. L'analyse a montré d'ailleurs, comme nous le verrons plus loin, que les eaux thermales de Plombières renferment toutes les mêmes substances minérales et en proportion d'autant plus grande qu'elles sont plus chaudes. Les travaux de captage qui, d'après les ordres de l'Empereur, ont été exécutés sur les sources de Plombières ont beaucoup augmenté leur débit et leur température; actuellement celles qui sont très-chaudes ont environ 70° et donnent 40 mètres cubes en 24 heures; celles qui sont chaudes 57° et 502 mètres cubes; celles qui sont tempérées 30° et 114 mètres cubes; celles dites très-tempérées 12° et 75 mètres cubes.

Amélie-les-Bains. — Dans la vallée du Tech, Pyrénées orientales, M. Leymerie (1) a constaté que les eaux thermales sulfureuses d'Amélie-les-Bains émergent d'un gneiss associé à du schiste semi-cristallin et près de son contact avec un porphyre quartzifère éruptif.

---

(1) *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, XXIII, 6e livraison.

PYRÉNÉES. — Les eaux minérales des Pyrénées forment un groupe bien caractérisé qui a été l'objet de nombreuses recherches et qui a été décrit récemment par M. François (1). La partie du bassin sous-pyrénéen dans laquelle elles se trouvent coïncide en grande partie avec l'ancienne Aquitaine et ne comprend pas moins de 26,000 kilomètres carrés. Il convient de distinguer celles qui proviennent des Pyrénées proprement dites, du Canigou et des Corbières.

Dans les Pyrénées proprement dites, les eaux minérales sont fréquemment sulfurées sodiques; et d'après les observations de MM. Forbes, Boubée, J. François, Marchand, Leymerie, Lambron, elles émergent dans les roches granitiques, particulièrement vers leurs limites avec la pegmatite, avec le granite, avec le petrosilex et en général avec les roches plus récentes qui les traversent.

Les eaux minérales des Pyrénées sont encore sulfurées calciques, salines mixtes, chloro-sulfatées, chlorurées, ferrugineuses carbonatées; mais alors elles se trouvent invariablement en relation avec les ophites. C'est surtout au pied de la chaîne que ces ophites sont accompagnées de sel gemme, de gypse et c'est aussi dans cette partie que les eaux minérales sont essentiellement salées, sulfatées et sulfurées, sodiques ou calciques. Des eaux carbonatées alcalines ou bicarbonatées alcalines et ferrugineuses s'observent entre Reynes et Collioure sur le versant nord des Albères; elles sortent vers la limite du granite et du terrain de transition métamorphique. Par leur composition elles rappellent les eaux minérales de l'Auvergne et il est possible qu'elles soient en relation avec les volcans éteints qui sont connus de l'autre côté de la chaîne, aux environs d'Olot dans la Catalogne.

Dans la chaîne du Canigou, on ne rencontre guère que des sulfurées sodiques et des eaux alcalines que les hydrologistes des Pyrénées s'accordent à regarder comme des sulfureuses dégénérées. Elles émergent vers la limite du granite avec le gneiss ou bien avec le terrain de transition.

Dans la chaîne des Corbières, les eaux minérales sont salines, chlorurées sodiques, ferrugineuses carbonatées ou bien salées. Elles paraissent se rattacher aux ophites ou diorites de la vallée d'Agly et du massif des Corbières.

Le gisement des sources minérales du groupe des Pyrénées a d'ailleurs été résumé par M. J. François dans un tableau qui fait

(1) Les eaux minérales dans leurs rapports avec la science de l'ingénieur. (Extrait du *Dictionnaire général des eaux minérales.*)

connaître la répartition des sources dans les terrains des trois chaînes :

	Pyrénées.	Canigou.	Corbières.	Total.
Roches plutoniques et diverses. . .	137	90	»	227
Terrains de transition..	79	19	5	103
Id. secondaires..	128	17	16	161
Id. tertiaires.	25	6	»	31
Id. d'alluvions.	39	3	»	42
	408	135	21	564

La proportion des sources minérales est la plus grande dans les roches plutoniques ; toutefois elle est exceptionnellement grande dans les terrains secondaires, ce qu'il faut attribuer à ce qu'ils contiennent du sel ainsi que du gypse ou bien à la présence des ophites.

Produits des sources minérales.

Boues ferrugineuses. — Les eaux minérales ferrugineuses donnent souvent lieu à un dépôt qui est essentiellement formé d'hydroxyde de fer. Ainsi, à la source Elisabeth, près de Hombourg, ce dépôt contient, d'après Fresenius, 50 p. 100 d'oxyde de fer, beaucoup de carbonate de chaux, peu de carbonate de magnésie, de l'alumine, de la baryte, de la strontiane, du protoxyde de manganèse, des oxydes de zinc, de cuivre, de plomb, de l'arsenic, du phosphore, de la silice, un peu de chlore et enfin du sable et de l'eau. A Schwalheim les boues sont très-ferrugineuses et en même temps calcaires. Enfin dans le dépôt boueux et jaune rougeâtre qui est formé par l'eau minérale de Nauheim, M. R. Ludwig (1) a trouvé :

Fe^2O^3	Mn^2O^3	CaO,CO^2	SiO^2	AsO^5	HO	Somme.
44,26	2,11	35,40	2,65	1,05	14,32	99,79

Comme on l'expliquera plus loin, c'est à l'action des oscillaires et des diatomées que ce dépôt d'oxyde de fer doit être attribué.

Dans beaucoup d'eaux ferrugineuses de l'Allemagne, notamment dans le Wetterau, le Nassau, le Waldeck, il se forme d'ailleurs des dépôts consistant en oxyde de fer qui est tantôt pur et tantôt accompagné de chaux, de manganèse, de phosphore, d'arsenic.

Chabasie. — M. Daubrée (2) a observé des petits cristaux dans un béton romain baigné par les sources minérales de Luxeuil. L'examen de ces cristaux, fait avec MM. de Senarmont et Des

(1) *Geogenische und geognostische Studien auf eine Reise durch Russland und den Ural*, 139.
(2) *Bulletin de la Société géologique*, XVIII, 108.

Cloizeaux, a montré qu'ils appartiennent à la Chabasie. Comme les sources minérales de Luxeuil ne dépassent pas 46°, M. Daubrée remarque à ce sujet que les zéolithes, et en particulier la chabasie, peuvent se former à une température très-peu élevée.

Concrétion silicatée et sulfatée. — Les eaux thermales de Plombières laissent déposer un produit blanc concrétionné dont l'examen présentait de l'intérêt. Il a été analysé par MM. Jutier et Lefort (1):

SiO^2	SO^3	CO^2	NaO	CaO	Al^2O^3	KO,FeO,MgO	Matières organiques.	HO	Somme.
60,28	7,87	0,95	16,73	7,61	1,01	traces.	»	5,55	100,00

On voit qu'il est essentiellement formé de silice combinée sans doute avec de la soude, et il doit contenir aussi du sulfate de chaux. Sa composition s'explique d'ailleurs très-bien, d'après celle des eaux thermales de Plombières, qui sont silicatées et sulfatées sodiques.

Hydrosilicate de fer. — Le fer métallique plongé pendant quelques mois dans les eaux thermales de Plombières s'oxyde complétement, devient brun-rouge, très-friable et prend une structure feuilletée. L'analyse de ce produit a aussi été faite par MM. Jutier et Lefort (2) :

SiO^2	Fe^2O^3	HO	Somme.
22,12	59,82	18,06	100,00

Par l'action des eaux minérales de Plombières sur le fer, il s'est donc formé un hydrosilicate de fer contenant une matière organique et sa composition paraît le rapprocher de la Cronstedtite.

Hydrosilicate de cuivre. — D'anciennes monnaies de cuivre ont également été décomposées par les eaux de Plombières; elles présentaient une masse cristalline, vert bleuâtre, à cassure grenue et leur altération s'était souvent propagée jusqu'au centre. Leur analyse a donné à MM. Jutier et Lefort (2) :

SiO^2	CuO	HO	Somme.
31,71	47,51	20,78	100,00

Ici encore la silice contenue dans les eaux s'est combinée avec le métal qui s'est oxydé et il en est résulté un hydrosilicate de cuivre ; la composition de ce dernier se rapproche du reste de certaines variétés qu'on trouve dans la nature.

(1) *Études sur les eaux thermales et minérales de Plombières*, 131.
(2) *Études sur les eaux thermales et minérales de Plombières*, 147, 148.

Minéraux divers. — Une collection envoyée à l'Exposition de Londres (1) par M. François et par les propriétaires des sources minérales des Pyrénées renfermait un assez grand nombre de minéraux produits par ces sources. Nous signalerons la soude sulfatée formant des efflorescences à l'ouest du ravin Graüs d'Olette; la baryte sulfatée cristallisée des filons de l'Usclade, à La Malou l'ancien dans l'Hérault; la chaux sulfatée stalactiforme, qui recouvre le calcschiste à Baréges; la chaux carbonatée cristallisée, tapissant les parois du schiste argileux dans lequel sort la source César à Cauterets; le calcaire nacré qui se produit sur le micaschiste de Luchon; le travertin ferrugineux, qui est déposé par la source Saliès, à Bagnères de Bigorre et à Campagne dans l'Aude; la silice fibreuse et stalactiforme, provenant de la cascade Graüs d'Olette; La limonite stalactiforme, produite par les eaux sulfatées ferrugineuses de Guaux et de Luchon; la pyrite de fer, cristallisée en cubo-octaèdre, qui accompagne le quartz et la baryte sulfatée de la Malou l'ancien; la galène trouvée à la Malou du Centre.

D'autres minéraux, tels que le mica, indiqués comme produits maintenant par les sources, avaient bien les caractères des minéraux habituels des filons, cependant rien ne démontrait que leur formation appartînt réellement à l'époque actuelle.

Les sources minérales des Pyrénées exercent d'ailleurs sur les parois des roches qu'elles traversent des phénomènes d'altération bien marqués. Ainsi, à Bagnères de Bigorre, elles corrodent fortement le calcaire jurassique, et la source chaude du ravin Graüs d'Olette décompose le gneiss qu'elle kaolinise.

Pétrole.

Mer Caspienne. — Les sources de pétrole des bords de la mer Caspienne, déjà décrites par plusieurs géologues, ont été visitées dans ces derniers temps par M. Abich (2). A Balachani, 70 établissements sont réunis sur une surface de 2 kilomètres carrés, et leur production s'élève à 4.100.000 kilog. par année. Pour exploiter le pétrole, on perce des puits qui ont 25 mètres de profondeur et qui traversent un grès calcaire. En vingt-quatre heures, on y recueille 1.500 kilog. de pétrole ou de naphte qui surnage une eau salée et plus ou moins agitée par des dégagements de gaz combustibles.

Amérique du Nord. — Cependant les merveilles des sources de pétrole de la mer Caspienne, celles de l'Orient et de la Chine qui

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(2) *Mémoires de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, IX, 17.

sont connues depuis une si haute antiquité, viennent d'être bien dépassées dans l'Amérique du Nord. Déjà M. Gauldrée Boileau (1), Sir William Logan et les géologues du Canada, ont fait connaître les sources extraordinaires de pétrole qui ont été trouvées récemment dans ce pays; mais ces sources sont encore plus abondantes dans les États-Unis. Aux renseignements déjà fournis sur ce sujet intéressant, nous pouvons en ajouter de nouveaux qui sont extraits d'une dépêche de M. de La Forest, consul de France à Philadelphie (2).

Dans quelques contrées à l'ouest de l'état de Pennsylvanie, notamment à Oil-Creek et à Titusville, le pétrole filtre à la surface du sol, et depuis un temps immémorial il était connu par les Indiens du pays, qui ont même creusé des puits pour le recueillir et construit des réservoirs pour le conserver. En 1845, Lewis Paterson, fouillant la terre pour atteindre de l'eau salée, fit la découverte du pétrole dans le comté Alleghany, en Pennsylvanie, et il commença à l'extraire; toutefois, c'est seulement vers le mois d'août 1859 que l'exploitation prit quelque développement, et avant la fin de 1860, le nombre des puits s'élevait déjà à 2.000. La région qui fournit le pétrole dans l'Amérique du Nord s'étend sur le versant N.-O. des terrains houillers de la Pennsylvanie, principalement dans les vallées que traversent les rivières Oil-Creek et Alleghany, ainsi que leurs tributaires. Elle s'étend aussi au sud et à l'ouest de la Pennsylvanie, se prolonge d'une part dans l'Ohio et d'autre part dans le Canada, par delà le lac Érié. Enfin elle se retrouve également en Virginie et dans les états Indiana et Illinois. Jusqu'en 1861, on recueillait le pétrole en creusant des puits dans les grès et les schistes dévoniens ou siluriens à travers lesquels il suinte et on l'enlevait avec des pompes; mais en approfondissant les puits qu'on avait taris, ou bien en forant des trous de sonde, on atteignit bientôt des sources de pétrole jaillissantes. L'huile qui s'en échappe avec force peut s'élever jusqu'à une hauteur de 30 mètres au-dessus du sol; elle est d'ailleurs accompagnée par un jet violent de gaz. Aussi, pour empêcher que l'écoulement soit trop rapide, l'on est obligé de le régler au moyen de tubages en fer qui sont établis solidement et munis de robinets. La profondeur à laquelle on atteint le pétrole est ordinairement de 80 à 100 mètres; cependant on exploite encore le pétrole jaillissant par

(1) *Ann. d. mines* (6), II, 95.
(2) Extrait d'une dépêche adressée à M. le Ministre des Affaires Étrangères par M. de La Forest, consul de France à Philadelphie.

des forages qui vont au delà de 260 mètres, et sur un même point, on en trouve différentes nappes superposées. Les pétroles ont des caractères assez variables suivant les sources qui les ont fournis. Les plus estimés sont incolores et ont une densité très-faible qui est égale à 0,795; ce sont ceux qui fournissent la plus grande quantité d'huile à brûler; toutefois leur transport est difficile, car, dans le fond des navires, ils dégagent des hydrogènes carbonés très-volatils qui peuvent donner lieu à des explosions. Le plus souvent les pétroles sont noirs, et leur densité est comprise entre 0,8 et 0,9. Il en est d'ailleurs qui sont visqueux et qui passent à l'état de bitume; on en trouve notamment dans le comté Jackson dans l'État du Kentucky. De même que les pétroles d'autres gisements, ceux d'Amérique sont accompagnés par des hydrogènes carbonés gazeux et très-inflammables; ils contiennent aussi des matières salines, particulièrement du carbonate de soude et du chlorure de sodium.

L'observation a montré que les puits jaillissants de pétrole ont un débit très-variable; ce débit va généralement en diminuant, quelquefois même très-rapidement. Pour faire bien apprécier le régime de ces puits jaillissants d'une espèce nouvelle, nous allons citer quelques exemples :

Le puits Wanslyke, qui donnait 2.178 hectolitres dans les dix premiers jours, diminua d'une manière graduelle, et au bout d'un mois son débit se trouvait réduit au cinquième.

Foncé à 138 mètres de profondeur, le puits Fertig commença par donner 290 hectolitres en juillet 1861, et à l'automne de 1862 il en rendait encore 247.

Le puits Rynd, dont la profondeur n'est que de 101 mètres, commença, en juillet 1861, par donner 726 hectolitres par jour, et maintenant il n'en rend plus que 363.

2.904 hectolitres ont été fournis, en avril 1862, par le puits Shermann qui, à l'automne de la même année, n'en donne plus que 1.307.

Le puits Maple-Tree, qui donnait d'abord l'énorme quantité de 4.356 hectolitres par jour, a tari presque complétement.

Le puits Porter commença par rejeter aussi 4.356 hectolitres par jour, à la profondeur de 150 mètres; puis son débit diminua successivement jusqu'à 22 hectolitres: dans ces derniers temps on l'a foré jusqu'à la profondeur de 171 mètres, et actuellement il donne 73 hectolitres.

Enfin le puits Philips Frew, ayant en juillet la profondeur de 139 mètres, commença par fournir 784 hectolitres; mais dès le mois d'août il n'en débitait plus que 436, et en décembre il cessait d'être jaillissant. Toutefois, en l'approfondissant jusqu'à 165 mètres,

on a trouvé une nouvelle couche de pétrole jaillissant qui a fourni 436 hectolitres par jour.

En résumé, les puits de Pennsylvanie qui donnent le pétrole jaillissant sont foncés au-dessous du terrain carbonifère et généralement dans le terrain dévonien; ils ont un débit quelquefois très-considérable et qui peut dépasser 4.300 hectolitres par jour; toutefois ce débit diminue presque toujours rapidement et, au bout d'un certain temps, le pétrole cesse même de jaillir. C'est seulement dans quelques puits que le débit s'est maintenu à peu près constant, et il n'a paru augmenter que dans un seul; mais il faut remarquer que les observations ne portent encore que sur la durée d'une année, en sorte que les puits, à débit constant, finiront sans doute par diminuer comme les autres. On a constaté d'ailleurs, qu'à l'aide de pompes, il était très-facile d'extraire le pétrole dans les puits forés qui ne sont plus jaillissants.

Les circonstances qui viennent d'être relatées nous montrent que le pétrole peut former dans l'intérieur de la terre des espèces de nappes qui s'infiltrent à travers des roches perméables et qui sont emprisonnées entre des roches imperméables; ces nappes remplissent par suintement le fond des puits à mesure qu'on enlève le pétrole qui s'y est écoulé; et sous ce rapport les puits d'Amérique se comportent comme ceux de Bakou et de la mer Caspienne. Si les puits d'Amérique sont jaillissants, il faut d'ailleurs l'attribuer surtout à ce que le pétrole est, comme d'habitude, accompagné de gaz combustibles qui tendent à se dégager avec une grande force. L'élévation de couches imprégnées de pétrole au-dessus du niveau auquel on fait le sondage peut aussi contribuer à faire jaillir le pétrole; cependant, comme le liquide éjaculé ne se renouvelle pas indéfiniment, on comprend que ces couches ne peuvent être complétement assimilées aux nappes d'eau souterraines qui produisent les puits artésiens; elles doivent même s'épuiser assez rapidement, comme l'indique la décroissance éprouvée dans le débit et dans la hauteur du jet. Le dégagement du gaz, dont la force élastique diminue aussi, contribue également à ralentir l'écoulement. Les sources jaillissantes de pétrole diffèrent donc des sources artésiennes; car, quoiqu'elles puissent résulter d'un phénomène d'hydrostatique, le dégagement de gaz qui les accompagne leur donne plutôt le caractère d'une éruption.

Les détails dans lesquels nous venons d'entrer suffisent pour faire apprécier toute l'importance des gisements de pétrole qui ont été découverts dans l'Amérique du Nord. Bien que leur exploitation soit seulement à son début, et bien qu'elle ait été entravée par la

guerre qui désole l'Amérique, elle a pris de suite de grands développements. Ces pétroles sont déjà répandus dans toutes les parties du monde; ils ont surtout été expédiés en France et en Angleterre. Dans la première moitié de l'année 1862, les trois ports de New-York, Boston et Philadelphie ont exporté à eux seuls 6.121.217 hectolitres, représentant une valeur de 25.327.250 francs. Si nous citons ces chiffres, c'est dans le but d'appeler d'une manière spéciale l'attention des chimistes sur une substance minérale encore peu étudiée, qui se récolte à très-peu de frais en grande abondance, et qui est susceptible d'une multitude d'applications dans l'industrie.

Volcans.

STROMBOLI. — M. le docteur Stübel a fait observer qu'autrefois le volcan Stromboli a rejeté des laves, notamment celles qui se trouvent sur la côte ouest de l'île; toutefois on ne lui connaît pas d'éruptions de ce genre depuis les temps historisques.

VÉSUVE. — Le 8 décembre 1861 une éruption a commencé à se manifester au Vésuve et tous les faits qui s'y rattachent ont été bien complétement étudiés par MM. Palmieri, Guiscardi, de Tchihatchef ainsi que par M. Ch. Sainte-Claire Deville spécialement envoyé sur les lieux par l'Académie des sciences. Après de fréquentes secousses de tremblements de terre, une ligne de fumerolles se montra au-dessus de Torre del Greco et ne tarda pas à se convertir en une large et profonde fissure. Bientôt il en sortit des cendres, des lapilli, ainsi que des fragments de lave incandescente qui étaient projetés jusqu'à 500^{m} de hauteur. Enfin on vit apparaître le courant de lave qui se transformait immédiatement en grosses scories incohérentes; ces dernières étaient riches en pyroxène augite et presque toujours dépourvues d'amphigène. Le Vésuve qui était inactif depuis le 19 décembre 1855 lança en même temps de la fumée et des cendres. Dès le 9 décembre, le phénomène était d'ailleurs dans sa période de décroissance, et l'activité paraissait concentrée à la cime du cône qui était environnée d'un nuage duquel se détachaient des éclairs petits et très-brillants.

Pendant cette éruption, la côte a été soulevée au-dessus du niveau de la mer; son élévation atteint 1^{m},12 à Torre del Greco et elle est de 0^{m},30 à Torre di Bassano. Les eaux des puits et des fontaines se sont

(1) *Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden* 1861; 116.

(2) *Comp. rend.*, 1861; LII, 1231, 1236, 1090.

accrues; des sources nouvelles ont paru au bord de la mer. L'acide carbonique bouillonnait en grande quantité dans toutes les eaux et au fond de la mer dans laquelle il a fait périr un grand nombre de poissons. Il était accompagné d'azote et d'hydrogène carboné dont M. Ch. Sainte-Claire Deville signale tout spécialement l'existence. C'est sans doute à ce gaz qu'il faut attribuer les jets de flamme qui se sont montrés dans les fissures qui traversaient les rues de Torre del Greco. On a constaté d'ailleurs qu'une même fumerolle donnait par moments, tantôt de l'acide sulfureux et tantôt de l'acide chlorhydrique. Quant aux produits sublimés ou entraînés par la vapeur d'eau, ils ne différaient pas de ceux qu'on observe habituellement dans les éruptions du Vésuve.

Thallium dans les émanations volcaniques.— Un corps nouveau, le thallium, doit être ajouté à la liste de ceux que M. Élie de Beaumont a signalés dans les émanations volcaniques; car M. William Crookes a constaté sa présence dans le soufre natif de Lipari. Ce corps existe d'ailleurs dans les pyrites du Hartz qui sont employées à la fabrication de l'acide sulfurique, et M. Lamy l'a également retrouvé dans celles qui sont traitées à Lille dans la fabrique de M. Kuhlmann (1).

Tremblements de terre.

CHILI. — Un violent tremblement de terre a complétement détruit la ville de Mendoza située au Chili de l'autre côté des Andes; 6.000 personnes ont péri dans ce désastre, et un géologue français, Auguste Bravard, doit être compté parmi les victimes. D'après MM. Domeyko et Pissis (2), ce tremblement s'est propagé de E.-N.-E. à O.-S.-O.; contrairement à la règle générale, il a donc traversé la chaîne des Andes et même l'Aconcagua qui est le point culminant de l'hémisphère méridional. Des crevasses ouvertes sur le sol de Mendoza peuvent se suivre sur plus d'une lieue de longueur et présentent la même direction. Il importe aussi d'observer que ce phénomène a été accompagné de déjections d'eaux souterraines.

ANTILLES. — M. Ch. Sainte-Claire-Deville (3) a publié un nouveau travail sur le tremblement de terre dont il a été le témoin oculaire le 8 février 1843 aux Antilles. Il s'attache surtout à établir les rapports qui existent entre la direction des oscillations et

(1) *Rapport du Jury international sur l'Exposition universelle de Londres en* 1862, 254.

(2) *Compt. rend.*, 1861; LII, 1148. Lettres de MM. Domeyko et Pissis à M. E. de Beaumont.

(3) *Bull. de la Soc. géol.*, XVIII, 110.

les reliefs généraux du sol. Les développements qu'il donne sur ce sujet devront être lus dans le mémoire original.

Relations des tremblements de terre avec divers phénomènes. — Plusieurs savants, parmi lesquels on doit surtout citer M. Perrey, ont essayé d'établir des rapports entre les tremblements de terre et les phénomènes volcaniques et même météorologiques. Une tentative de ce genre vient encore d'être faite par M. le docteur Kluge (1) pour les tremblements de terre qui ont été ressentis de 1850 à 1857.

D'après les statistiques de cet auteur, il y a eu, dans ce laps de temps, 4.620 tremblements de terre, et le plus souvent, on les a signalés sur les côtes ou sur les mers intérieures. Le nombre de ceux qui ont été ressentis dans l'intérieur n'est qu'une proportion insignifiante des premiers. Les bords de la Méditerranée, ceux de la mer Noire, les côtes de l'Amérique du Sud, du golfe du Mexique, les vastes contours de l'océan Pacifique ont été fréquemment éprouvés par ce phénomène. Les îles de la Méditerranée, les groupes d'îles voisins de l'Afrique et de l'Inde, la Nouvelle-Zélande, le Japon, etc., en ont été le théâtre encore plus actif. Parmi les mers intérieures, nous citerons la Baltique, la Caspienne, les lacs Urmia, Wan, Baïkal, Saïvan, ceux de l'Amérique du Nord. A l'intérieur des continents, le phénomène se concentre dans les pays de montagnes, même de nature non volcanique, et au voisinage des sources thermales; les contrées qui en ont été tout à fait exemptes sont les plaines du nord de l'Allemagne, les steppes de la Russie méridionale, les Llanos et les Pampas de l'Amérique du Sud, les prairies qui séparent l'Arkansas des montagnes Rocheuses.

Voici les conclusions de M. Kluge en ce qui concerne les rapports des tremblements de terre avec les volcans :

1° Les tremblements de terre se font sentir le plus fréquemment et avec la plus grande intensité dans les pays où il existe des volcans actifs;

2° Les éruptions volcaniques en sont tantôt accompagnées, tantôt tout à fait exemptes (exemple : les éruptions du Mouna Loa);

3° L'origine des éruptions volcaniques paraît être, tantôt à une très-grande profondeur, tantôt à une profondeur très-faible (exemple : le Mouna Loa vomissant des laves le 15 août 1855 à une hauteur de 4.000 mètres, tandis que la lave ne changeait pas de niveau à une hauteur de 1.000 mètres dans le Kilauea, volcan très-voisin);

(1) *Neues Jahrbuch*, von Leonhard und Bronn, 1861. — Supplément.

4° Les éruptions volcaniques préservent dans certains cas les contrées voisines des tremblements de terre, tandis que dans d'autres, elles semblent les provoquer. On observe du reste une coïncidence entre des éruptions volcaniques et des tremblements de terre très-éloignés.

M. Kluge pense également que les tremblements de terre se rattachent les uns aux autres, et se font en quelque sorte écho d'un point de la terre à l'autre.

Au point de vue météorologique, il constate la coïncidence ordinaire des tremblements de terre avec de fortes pluies, des chaleurs accablantes, ou de violents orages; en cherchant dans le noyau terrestre l'origine des tremblements de terre, il arrive à conclure que la zone où ils prennent naissance doit être à une profondeur relativement assez faible; il en donne comme raison leur petite étendue horizontale, même lorsque le mouvement vertical a le plus de violence. Cette hypothèse n'est pas en désaccord avec les observations citées par M. Kluge pour montrer comment les éruptions et les tremblements de terre se font écho aux plus grandes distances, car il admet que ces phénomènes ont pour origine le noyau igné de la planète: seulement ses agitations se concentrent sur une sorte de périphlégéthon, rapproché de la surface; les mouvements de cette périphérie se traduisent d'ailleurs sur la terre par des oscillations, par des tremblements de terre et par des soulèvements extraordinaires des eaux.

M. Kluge est encore disposé à y rattacher les météores lumineux des contrées polaires, les grandes tempêtes, les courants magnétiques. Il semble croire à une force particulière qui produirait les tremblements de terre, comme la chaleur engendre les vents, l'électricité, les orages; cette force résiderait dans l'enveloppe aérienne de la planète, ou peut-être dans la masse ignée intérieure, dont elle soulèverait les parties les plus rapprochées de l'écorce terrestre. Son existence est d'ailleurs tellement gratuite et hypothétique, qu'elle n'est pas susceptible d'être admise.

SYSTÈMES DE MONTAGNES.

Nous terminerons la première partie de cette revue par un chapitre comprenant les travaux qui ont été faits sur l'orographie, les dislocations de couches et les systèmes de montagnes.

Altitudes. — M. E. de Chancourtois a publié un répertoire d'altitudes ayant pour base les documents qui sont donnés habituellement par M. Élie de Beaumont dans ses leçons sur le relief

du globe. Ces altitudes sont rapportées au niveau moyen de la mer et une colonne spéciale les représente graphiquement; elles comprennent les élévations ainsi que les dépressions; elles se rapportent aux points du globe qui sont les plus remarquables; elles ont d'ailleurs été réunies par groupes géologiques naturels.

Apennins. — Dans un discours prononcé devant l'Académie Tibérine, M. le professeur Ponzi (1) passe en revue les opinions qui ont été émises par les géologues sur la constitution des Apennins; esquissant à grands traits leurs principaux caractères, il arrive à cette conclusion, que les Apennins forment un système unique et que les divers aspects sous lesquels ils se présentent doivent être considérés comme les éléments d'un tout. Vu dans son ensemble, ce système se compose de cinq lignes parallèles dirigées du N.-O. au S.-E. dont trois sont plutoniques et deux volcaniques. Les premières sont représentées par la chaîne centrale, tandis que les secondes se maintiennent dans le voisinage du littoral.

Caucase, Arménie, Nord de la Perse. — Les soulèvements et les dislocations qui ont formé les montagnes du Caucase, de l'Arménie et du Nord de la Perse ont été l'objet d'une étude complète de M. Abich (2).

Nous en extrayons le tableau suivant:

---

(1) *Degli Apennini*, etc. Rome, 1861. Brochure in-8, 31 p. (Extrait par M. E. Colomb.)

(2) *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 1859 (6e s.), IX, 361.

CAUCASE.	ARMÉNIE.	NORD DE LA PERSE.
I. *Direction générale de l'Ouest à l'Est.*		
O. 2° 14′ S.	O. 0° 12′ S.	O. 2° 46′ N.
O. 3 6 S.	O. 1 19 S.	O. 3 18 N.
O. 10 51 S.	O. 1 53 S.	O. 3 39 S.
O. 19 18 S.	O. 2 2 S.	O. 3 58 N.
	O. 3 40 S.	O. 4 53 N.
	O. 3 53 S.	O. 5 33 N.
	O. 4 34 S.	O. 6 9 S.
	O. 4 54 S.	O. 7 57 S.
	O. 5 36 S.	O. 11 9 S.
	O. 5 57 N.	
	O. 7 14 S.	
	O. 11 56 S.	
II. *Direction du Sud-Est au Nord-Ouest.*		
E. 21° 20′ S.	E. 23° 20′ S.	E. 19° 6′ S.
E. 23 19 S.	E. 36 53 S.	E. 31 47 S.
E. 26 20 S.	E. 39 20 S.	E. 33 24 S.
E. 27 42 S.	E. 40 3 S.	E. 36 48 S.
E. 33 28 S.	E. 41 7 E.	E. 39 15 S.
E. 35 23 S.	E. 41 28 E.	E. 44 26 S.
III. *Direction du Sud-Ouest au Nord-Est.*		
N. 37° 6′ E.	N. 38° 11′ E.	O. 31° 44′ S.
		O. 32 9 S.
		O. 35 25 S.
IV. *Direction du Nord au Sud.*		
N. 50° 37′ O.	N. 3° 35′ E.	
N. 17 56 E.	N. 3 6 E.	
	N. 5 49 O.	
	N. 12 44 O.	

Les directions les plus caractéristiques dans les pays compris entre la mer Caspienne, la mer Noire et le golfe Persique, sont les directions I et II de la première et de la deuxième catégorie. Elles se coupent sous des angles qui varient d'une région à l'autre; mais qui sont toujours assez petits. La petitesse même de ces angles et la faible importance orographique des directions III et IV dans le Caucase expliquent très-bien les formes allongées de cette chaîne. Sur les plateaux de l'Arménie et du nord de la Perse, les directions III et IV prennent au contraire une importance croissante.

Deux directions se joignent d'ailleurs, comme axes volcaniques au mont Ararat; c'est la direction méridienne de l'Arménie, et l'axe moyen des directions est-ouest.

Contournements et renversements des terrains.

Depuis qu'on a proposé d'expliquer les anomalies paléontologiques des Alpes par des renversements de couches, les géologues se sont occupés d'une manière spéciale de ces phénomènes. Des arrangements de couches très-compliqués et même tout à fait extraordinaires ont été signalés par M. Alb. Müller (1) jusque dans le Jura, notamment sur son versant septentrional, dans les cantons de Bâle et d'Argovie. Ainsi, une coupe faite par le Wiesenberg et par Hoselfingen présente des couches inclinées d'environ 30° vers le Sud qui, de haut en bas, se succèdent dans l'ordre suivant : oolite inférieure, lias et keuper, muschelkalk, keuper et lias, tertiaire, corallien et couche de Bradford, oolite inférieure, tertiaire, corallien, oolite inférieure. Cette structure bizarre et compliquée offre donc plusieurs récurrences d'un même terrain; elle est attribuée par M. Alb. Muller à des dislocations qui auraient eu lieu, soit avant, soit après le dépôt du tertiaire moyen.

Les contournements et les renversements se présentent surtout sur une grande échelle dans les Alpes; déjà de Saussure avait signalé à l'attention des géologues les couches qui sont courbées en forme de C, et récemment M. Studer a repris cette question. Parmi les couches en en forme de C, ce géologue comprend aussi celles qui forment un coin et il les distingue en deux classes : 1° les unes tournent la partie convexe du C ou l'arête du coin vers les Alpes, c'est-à-dire pour la plus grande partie de la Suisse vers le Sud; 2° les autres ont au contraire leur ouverture du côté des Alpes, tandis que leur partie convexe regarde le nord.

De Saussure admettait que les courbures de la première classe proviennent d'un renversement produit dans un système de couches, et alors on comprend que les couches extérieures du C doivent être les plus anciennes. C'est par cette hypothèse qu'en 1830 M. Voltz et depuis MM. Favre, Lory, Pillet ont expliqué les anomalies signalées dans les Alpes et en particulier le gisement des nummulites en Maurienne.

M. Studer (2) cite plusieurs exemples analogues en Suisse. Ainsi,

---

(1) *Verhandlungen der Naturforschenden Gesellschaft in Basel*, 1859, 348. — *Archives des sciences physiques et naturelles*, 1861, XI, 165.

(2) *Archives des sciences physiques et naturelles*, 1861, XI, 5.

au Mettenberg, où les couches forment coin dans le gneiss, celles qui sont à la partie supérieure consistent en quartzites, dolomies et schistes bigarrés que M. Favre regarde en partie comme triasiques, tandis que la masse principale et intérieure du coin consiste en calcaire oxfordien. Au hameau de Mürren, un lambeau de terrain nummulitique d'une puissance de 100 mètres se trouve enclavé au milieu du terrain jurassique; car ce dernier terrain forme au-dessous de lui les escarpements du Staubach qui ont 800 mètres de hauteur; d'un autre côté, il le domine de 1,300 mètres et s'élève au-dessus de lui jusqu'au Schilthorn.

Les Alpes donnent aussi des exemples de la deuxième classe de courbure. M. Studer en cite d'abord un au nord du lac de Brienz, et, comme l'on pouvait s'y attendre, les couches extérieures de ce contournement sont les plus récentes; elles appartiennent au flysch et au terrain nummulitique, tandis que les couches intérieures sont les plus anciennes et paraissent se rapporter au calcaire à rudistes. De même, dans la haute chaîne, qui comprend les Diablerets et la dent de Morclès, le coude de la courbure est tourné vers l'extérieur des Alpes; les couches extérieures sont formées par le terrain nummulitique, et dans l'intérieur du C, on rencontre les terrains crétacés, puis jurassiques (1). Sur le haut de la grande chaîne qu'on traverse par la Gemmi, les couches se maintiennent à peu près horizontales; mais vers le bord du passage, elles fléchissent vers le nord, atteignent d'abord la verticale, puis, par une deuxième courbure, elles plongent au midi et vers l'intérieur de la montagne. M. Studer estime que ce C gigantesque se prolonge jusqu'en Savoie; son étendue ou sa largeur est de 48 kilomètres, tandis que sa corde verticale ou sa hauteur s'élève à 1 kilomètre.

Il faut sans doute chercher dans les refoulements la cause de la plupart des anomalies qui viennent d'être mentionnées; déjà de Saussure avait signalé la puissance de ces refoulements qui ont plus particulièrement fixé l'attention de M. E. de Beaumont, et postérieurement celle de M. Poulett Scrope ainsi que d'autres savants. La force latérale qui les a produits devait être immense et elle s'est propagée de l'axe des Alpes Centrales vers les bords de la chaîne. « Cette force, dit M. Studer, ne paraît pas devoir se rap-« porter directement aux massifs granitiques..... Elle est plutôt due « à l'origine ou à l'élargissement de la crevasse dans la croûte

(1) *Bulletin de la Société vaudoise*, décembre 1859.

« terrestre, par laquelle toute la zone de nos Alpes Centrales, com-
« posée de protogine, de serpentine, de schistes métamorphiques
« de terrain anthracifère, de verrucano et de tout ce qui y tient, a
« été mis à découvert, comme un corps qui sort d'une boutonnière
« en forçant les bords à lui donner passage. »

DEUXIÈME PARTIE.

La deuxième partie comprend l'étude des roches et celle du métamorphisme, ainsi que les considérations théoriques relatives à la formation de la terre.

Propriétés générales des roches.

Nous signalerons d'abord quelques recherches sur les propriétés générales des roches.

Dilatation.

Le coefficient de dilatation linéaire de plusieurs roches a été déterminé pour des températures comprises entre 0° et 100° par MM. Calvert, R. Johnson, G. C. Lowe (1). Ils ont obtenu des résultats très-inégaux suivant l'état physique d'une même roche: ainsi, pour la chaux carbonatée, tandis que le calcaire ordinaire donne 19,6, on a 45 pour la pierre lithographique qui est un calcaire très-compacte et 71,3 pour le marbre. Pour le gypse, les résultats ont varié de 95 à 108,9. Enfin, dans le quartz, la dilatation est de 81,2. Comme terme de comparaison, nous rappellerons d'ailleurs que la dilatation du plomb est représentée par 177,5.

Eau d'imbibition.

Les roches qui sont plongées dans l'eau en absorbent une certaine quantité; M. Delesse (2) s'est proposé de déterminer cette eau d'imbibition. Dans ce but, lorsque les roches étaient lithoïdes elles ont d'abord été immergées : souvent même cette opération était précédée d'un enfouissement pendant quelques jours dans un lieu humide, en sorte qu'elles se trouvaient dans les mêmes conditions que les roches qui sont dans le sein de la terre. Ensuite, leur

---

(1) *Jahresbericht*, von Hermann Kopp und H. Will, 1861; 17.
(2) *Bull. de la Soc. géol.* (2e s.), XIX, 64.

surface était essuyée et l'on déterminait leur augmentation de poids. Comme cette surface n'était pas polie, il n'était pas toujours possible d'enlever bien complétement l'eau qui la recouvrait, on conçoit donc que cette méthode doit nécessairement donner un maximum pour l'eau d'imbibition ; c'est ce qui a lieu notamment pour les granites et en général pour les roches dont la surface est rugueuse.

Lorsque les roches étaient susceptibles de se délayer dans l'eau, comme les argiles, ou bien lorsqu'elles étaient pulvérisées, on a cherché l'augmentation de poids qu'elles éprouvaient en les jetant sur un filtre taré et humide et en les pesant au moment où l'écoulement de l'eau avait cessé. Comme ce moment ne se distingue pas très-facilement, il peut y avoir perte d'eau par évaporation ; de plus lorsqu'on opère sur les substances pulvérisées il est bien difficile que leur grain soit absolument le même. Les résultats obtenus sont donc seulement approximatifs.

I. — *Eau imbibant* 100 *parties de la roche sèche* (1).

1.	*Gypse* grenu du Mont-Valérien	2,20
2.	*Marbre* poli, très-compacte de Boulogne-sur-Mer	0,08
3.	*Calcaire* grossier formant le banc de roche	3,20
4.	*Calcaire* grossier, dit lambourde, d'Arcueil	10,80
5.	*Calcaire* grossier, dit lambourde, de Nanterre	21,10
6.	*Craie* à l'état naturel, d'Issy	24,10
7.	*Marne* liasique du Jura (pulvérisée)	45,00
8.	*Marne* smectique de Libstadt (pulvérisée)	54,00
9.	*Marne* verte, très-argileuse, supérieure au gypse, de Pantin	61,00
10.	*Marne* smectique, dite pierre à détacher, de Pantin (pulvérisée)	92,00
11.	*Schiste* ardoisier d'Angers	0,19
12.	*Schiste* du terrain houiller	2,85
13.	*Argile* bigarrée de Saint-Georges	40,00
14.	*Kaolin* non lavé de Bavière	41,00
15.	*Argile* diluvienne un peu sableuse de Villejuif	55,00
16.	*Argile* smectique de Roswein	77,00
17.	*Argile* plastique de Vaugirard	79,00
18.	*Argile* smectique de Nutfield	133,00
19.	*Argile* feuilletée magnésienne du terrain de gypse parisien	180,00
20.	*Écume de mer* très-légère, happant fortement à la langue (pulvérisée)	201,00
21.	*Basalte* prismatique de la Haute-Loire	0,33
22.	*Rétinite* noir du Cantal	0,20
23.	*Trachyte* celluleux des bains du Mont-Dore	3,70
24.	*Granite* de Sainte-Marie-aux-Mines	0,06

L'imbibition est très-faible dans les roches très-compactes comme le marbre et le granite. Elle reste inférieure à quelques millièmes dans le schiste ardoisier et dans le basalte. Dès que les roches sont celluleuses comme le trachyte, l'imbibition s'élève à quelques centièmes.

(1) Les expériences sur les calcaires nos 3, 4 et 5 ont été faites avec M. Michelot.

L'état physique d'une substance influe beaucoup sur l'imbibition et c'est surtout bien visible pour le calcaire ; car elle est presque nulle pour le marbre et de quelques centièmes seulement pour le banc de roche; mais elle peut dépasser 20 p. 100 dans les lambourdes et elle est encore plus grande dans la craie dans laquelle elle peut dépasser 30 p. 100.

Les argiles, les marnes, les roches qui sont formées de parcelles très-ténues et qui se laissent délayer absorbent toujours beaucoup d'eau d'imbibition. Les résultats sont cependant très-variables ; ainsi l'imbibition qui descend à 41 p. 100 dans le kaolin, s'élève à 79 dans l'argile plastique, à 92 dans la marne à détacher de Pantin, à 133 dans l'argile de Reigate, à 180 dans l'argile magnésienne feuilletée. Dans l'écume de mer, qui est une argile magnésienne pure, l'imbibition est même double du poids primitif.

Différentes roches telles que l'anhydrite, le gypse, le marbre, le schiste, la stéatite, le porphyre, le granite, étant pulvérisées et réduites autant que possible en grains de même grosseur n'absorbent pas la même quantité d'eau d'imbibition ; par conséquent l'imbibition d'une roche est en relation avec sa composition minéralogique.

En résumé, l'imbibition des différentes substances minérales dépend non-seulement de leur état physique, mais encore de leur composition chimique ; elle dépend même de la nature des liquides absorbés. Faible lorsque les substances absorbantes sont compactes, elle augmente lorsqu'elles deviennent poreuses. Elle est surtout très-grande pour celles qui sont formées de parcelles microscopiques et susceptibles de se délayer, comme les argiles, les marnes, la craie, le tripoli.

L'imbibition dépend aussi de la composition chimique des substances. Tandis qu'elle est très-petite pour l'anhydrite, le sable calcaire ou siliceux et pour la stéatite, elle s'élève beaucoup pour les roches qui contiennent de l'acide humique et des argiles, notamment des argiles magnésiennes.

En un mot, l'imbibition est due surtout à la capillarité et aux propriétés physiques des substances, mais elle dépend aussi de leurs propriétés chimiques.

Eau de carrière.

On appelle eau de carrière celle que les roches contiennent lorsqu'elles sont dans l'intérieur de la terre. Dans une série d'expérience, M. Delesse a cherché à la déterminer pour diverses roches. Les échantillons étaient pris au-dessus des nappes souterraines et

toujours à plus de quelques décimètres au-dessous du sol. On les pesait avant qu'ils eussent eu le temps de perdre leur eau hygrométrique, puis on les faisait dessécher et on les pesait de nouveau. Voici un tableau qui donne les principaux résultats obtenus :

II. — *Eau de carrière dans* 100 *parties de la roche sèche.*

1.	*Gypse* du terrain parisien	0,46
2.	*Calcaire* grossier, banc de roche	3,11
3.	*Craie* de la basse masse exploitée à Meudon	23,91
4.	*Calcaire* grossier, banc de lambourde	30,29
5.	*Quartz* hyalin de Semur	0,08
6.	*Silex* compacte de la craie	0,12
7.	*Silex* meulière	1,13
8.	*Sable* quartzeux de l'étage de Fontainebleau	2,73
9.	*Arène* granitique grossière de Semur	7,54
10.	*Marne* verte, très-argileuse, supérieure au gypse	26,45
11.	*Marne* blanche, calcaire, du terrain de gypse de Bagneux	31,96
12.	*Marne* blanche, calcaire, de l'étage du calcaire grossier	39,49
13.	*Argile* diluvienne de Villejuif employée comme terre à briques	21,25
14.	*Argile* plastique noire de Vaugirard	30,21
15.	*Argile* à meulières supérieures, de Meudon	32,41
16.	*Eurite* noire de Chevigny	0,07
17.	*Gneiss* friable et décomposé de Flée	3,09
18.	*Granite* à gros grains de Semur	0,37
19.	*Granite* kaolinisé et devenu plastique	14,21

On voit que l'eau de carrière varie beaucoup avec les différentes roches et qu'elle dépend essentiellement de leur nature. Tandis que certaines roches sont sèches, d'autres qui se trouvent cependant dans les mêmes conditions de gisement, sont au contraire très-humides.

Les roches qui ont le moins d'eau de carrière sont naturellement celles qui sont les plus compactes et en même temps les moins hygroscopiques, comme le quartz hyalin, l'eurite, le granite.

Le gypse appartient aux roches qui sont remarquablement sèches et l'eau peut s'y réduire à quelques millièmes. Lorsqu'il en a davantage, cela tient à ce qu'il est alors plus ou moins mélangé d'argile ou de marne.

Quand il est dur et pierreux, le calcaire est également assez sec ; car le calcaire grossier du banc de roche, qui est cependant très-celluleux, n'a donné que 3 centièmes d'eau de carrière. Toutefois, quand le calcaire est poreux et désagrégé ou bien quand il est amorphe, pulvérulent et formé de parcelles microscopiques, il peut en contenir plus de 20 centièmes ; c'est notamment ce qui a lieu pour la craie et pour certains bancs de lambourde.

L'argile et la marne prises dans le sein de la terre retiennent toujours beaucoup d'eau de carrière et elles appartiennent essentiellement aux roches humides.

Les roches granitiques, lorsqu'elles sont très-compactes, comme l'eurite de Chevigny, contiennent moins de 1 millième d'eau de

carrière : mais lorsqu'elles se désagrégent et surtout lorsqu'elles se kaolinisent, leur proportion d'eau augmente très-rapidement.

Ce sont les roches qui s'imbibent de la plus grande proportion d'eau qui en retiennent aussi le plus dans le sein de la terre : telles sont la craie, les marnes, les argiles. L'eau de carrière de la craie peut d'ailleurs devenir égale à l'eau d'imbibition ; cela doit sans doute être attribué à ce que la structure éminemment poreuse de cette roche permet à l'eau souterraine de s'y répandre très-facilement par la capillarité. Quant aux marnes et aux argiles, elles n'ont pas à beaucoup près toute l'eau qu'elles peuvent retenir et elles sont loin d'en être saturées. Ce résultat est facile à concevoir pour les roches très-perméables, comme les sables, parce qu'elles laissent écouler la petite quantité d'eau qui les traverse à mesure qu'elles la reçoivent ; mais il est plus extraordinaire pour les roches imperméables ou peu perméables, comme les argiles et les marnes, puisqu'elles supportent elles-mêmes des nappes d'eau quelquefois très-puissantes par lesquelles elles sont constamment humectées. Il est probable que cela tient à leur imperméabilité même et aussi à ce que la pression à laquelle elles sont soumises les rend très-compactes ; on comprend, en effet, que l'eau ne puisse les imbiber que difficilement, comme cela aurait lieu, par exemple, pour une éponge fortement comprimée.

Action de l'eau chaude sur les roches.

Les recherches de M. Delesse ont été faites en suspendant pendant quinze jours les roches dans une chaudière à vapeur ou bien dans un cylindre recevant de la vapeur sèche Dans le premier cas, la température ne dépassait guère 150° ; dans le second, elle s'élevait jusqu'à 300°. Des substances minérales variées ont été mises dans la chaudière à vapeur. Le disthène a conservé sa couleur bleue, l'orthose pierre de lune de Ceylan et le labrador gris bleuâtre de Finlande leurs reflets chatoyants, la topaze et l'émeraude leur transparence. Le porphyre et le granite ne se sont pas désagrégés ; ils sont restés durs et tenaces ; mais le retinite, le perlite, les roches trachytiques vitreuses en un mot, ont été très-sensiblement altérées à leur surface.

L'expérience a montré que les substances minérales ayant la plus grande affinité pour l'eau à la température ordinaire peuvent très-bien ne pas se combiner avec sa vapeur. Ainsi, des chaux hydrauliques et des ciments ne se sont pas hydratés sous l'influence de la vapeur sèche ou humide. L'anhydrite a bien donné lieu à quelques aiguilles de gypse qui s'étaient développées sur certains points de

sa surface et dans ses fissures; mais la partie transformée en gypse n'était qu'une très-minime fraction du poids primitif; il est très-vraisemblable que l'hydratation avait eu lieu seulement pendant la mise hors feu de la chaudière et lorsque la température était tombée au-dessous de 120° qui est celle à laquelle le gypse perd son eau.

Les minéraux se dissolvent d'une manière très-notable lorsqu'ils sont plongés dans l'eau d'une chaudière à vapeur. C'est bien facile à constater pour le spath fluor, pour la chaux carbonatée, pour la tourmaline, pour le perlite et surtout pour l'amphigène. Un séjour d'une semaine dans la chaudière suffit pour qu'un fragment de ces substances minérales perde plus de 1 p. 100 de son poids. Lorsque le séjour se prolonge, le quartz hyalin lui-même est dissous et l'on remarque à sa surface de petites veines reticulées qui se dessinent en creux et suivant lesquelles il a été corrodé. Du reste, la proportion du minéral qui est dissoute dépend non-seulement de la durée du séjour dans la chaudière, mais encore de la température de l'eau ainsi que de sa composition et enfin de la finesse du grain de l'échantillon essayé.

M. Delesse a encore recherché si l'eau d'imbibition variait pour les roches soumises à un séjour prolongé dans l'eau d'une chaudière à vapeur. Il a opéré en laissant ces roches pendant deux mois dans une chaudière de Romainville qui contenait des eaux assez fortement chargées de sulfate de chaux :

III. — *Eau imbibant 100 parties de la roche sèche.*

1. *Quartz* hyalin de Sémur	0,39
2. *Basalte* de la Haute Loire	0,33
3. *Retinite* noir du Cantal	5,92
4. *Trachyte* celluleux des bains du mont Dore	8,45
5. *Eurite* noire de Chevigny	0,14
6. *Gneiss* friable et décomposé de Flée	3 84
7. *Granite* à gros grains de Semur	0,50

Toutes les roches qui figurent dans ce tableau se retrouvent dans les deux tableaux qui précèdent (I, II). Or, on voit que l'eau d'imbibition des roches plongées dans la chaudière a généralement éprouvé une augmentation; cette augmentation est à peine sensible pour le granite, mais elle est très-notable pour le retinite et surtout pour le trachyte. Elle doit être d'autant plus grande que la décomposition de la roche est plus complète. On comprend d'ailleurs que les silicates plongés dans une chaudière à vapeur tendent à perdre une partie de leurs alcalis pour passer à l'état argileux, et que par suite ils absorbent une proportion plus grande d'eau d'imbibition.

Association des minéraux.

M. Breithaupt (1) auquel on doit des études approfondies sur l'association des minéraux signale celle que présentent certains silicates à base de soude. A Ditro, en Transylvanie, il a observé du feldspath (mikroklin), de la sodalite, de la davyne, de la néphéline, un mica astrite, qui sont accompagnés par de la wohlerite, du fer oxydulé et de la pyrite de fer. Ces minéraux à base de soude forment sans doute un filon puissant dans le granite. Ils offrent d'ailleurs des associations analogues en Norwége, en Sibérie, dans le Groenland, à la Somma et même dans une île de la mer Blanche.

Enveloppement des minéraux.

On a souvent trouvé des débris de végétaux dans le sel gemme, dans le gypse, dans la chaux carbonatée et dans les substances minérales facilement solubles; mais on est moins d'accord sur leur existence dans d'autres minéraux. Pour le diamant, par exemple, tandis que Möhler et Brewster n'ont jamais pu y découvrir une structure organisée, Goeppert a cru reconnaître la forme du tissu cellulaire dans les cendres provenant de la combustion d'un diamant; il l'a signalée également dans les taches brunes des diamants noirs. Toutefois la question reste encore indécise.

Quant au quartz, M. J.-G. Bornemann (2) observe qu'il peut très-bien envelopper des végétaux. Déjà Schmid et Schleiden ont démontré en examinant les bois silicifiés qu'ils ne sont pas seulement formés d'opale, mais bien de hornstein et même de quartz cristallisé. En examinant au microscope des cristaux de quartz hyalin provenant de troncs silicifiés du terrain houiller, M. Bornemann a constaté de plus qu'ils enveloppaient des débris dans lesquels la structure des végétaux était encore bien visible.

Analyses des roches.

Les lithologistes doivent à M. Justus Roth (3) un livre très-utile qui réunit les analyses des différentes roches. Éparses dans de nombreux mémoires, ces analyses avaient été partiellement collectées dans le manuel de M. Rammelsberg, dans les comptes rendus de MM. Liebig, Hermann Kopp et Will, dans ceux de M. Kenngott, dans le Jahrbuch de Leonhard et Bronn, ainsi que dans quelques autres ouvrages; mais M. J. Roth les a résumées dans leur en-

(1) *Paragenesis der Mineralien. Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861, 293.
(2) *Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft*, XIII, 675.
(3) *Die Gesteins-Analysen in tabellarischer Übersicht und mit kritischen Erläuterungen.* — Berlin, 1861.

semble en comprenant toutes celles qui avaient été exécutées jusqu'ici. Il en a même ajouté un certain nombre qui sont inédites.

La comparaison de ces analyses de roches qui sont très-nombreuses permet d'apprécier immédiatement combien la chimie a fait faire de progrès à la lithologie ; elle montre aussi quelles sont les lacunes qui lui restent à combler.

Au lieu de classer les roches par ordre alphabétique, M. J. Roth a pensé avec raison qu'il était préférable de les grouper d'après leur constitution minéralogique et chimique. De même que nous l'avons fait nous-mêmes, il s'est particulièrement attaché à leurs feldspaths. Pour chaque espèce, en particulier, il a d'ailleurs suivi autant que possible l'ordre géographique. Dans la première partie de l'ouvrage, M. J. Roth présente diverses considérations qui sont relatives aux roches, tandis que dans la deuxième partie il résume sous forme de tableaux les résultats des analyses.

ROCHES.

Comme M. d'Omalius, nous partagerons dans cette revue les oches en deux grandes classes : les *roches* proprement dites et les *roches métallifères*. C'est par les premières que nous commencerons et elles seront d'ailleurs groupées par familles.

Roches carbonées.

Combustibles.

M. Frémy (1) a comparé l'action exercée par divers réactifs sur les combustibles minéraux.

La tourbe est caractérisée par la présence de l'acide ulmique et par des fibres ligneuses qu'on peut extraire en l'attaquant avec l'acide nitrique ou bien avec les hypochlorites.

De même que la tourbe, le lignite xyloïde ou bois fossile est en partie soluble dans les alcalis ; il se dissout aussi presque entièrement dans l'acide azotique et dans les hypochlorites.

Le lignite compacte n'est généralement pas attaqué par les dissolutions alcalines ; mais il se dissout complétement dans l'acide azotique et dans les hypochlorites.

La houille est au contraire insoluble dans les dissolutions alcalines et dans les hypochlorites. L'anthracite, de même que le graphite, résiste aux réactifs précédents et c'est seulement avec une extrême lenteur qu'il s'attaque par l'acide azotique.

(1) *Comp. rend.*, 1861 ; LII, 114.

Les expériences de M. Frémy montrent que les combustibles résistent d'une manière très-inégale, soit aux alcalis, soit aux agents d'oxydation ; leurs propriétés sous ce rapport sont jusqu'à un certain point en relation avec leur âge ; elles dépendent en tout cas de leur richesse en carbone et de leurs caractères minéralogiques.

Relations de la paraffine avec les combustibles qui la fournissent. — La paraffine trouvée d'abord dans les produits goudronneux provenant du bois, s'obtient surtout par la distillation des combustibles minéraux à une température de 335° à 500°.

D'après les recherches de MM. Payen et Billequin (1), le degré de fusibilité de la paraffine varie beaucoup avec la matière de laquelle elle provient; car il est de 42° pour le Boghead de l'Écosse, de 48° pour le pétrole naturel de l'Amérique du Nord, de 49° pour le schiste bitumineux d'Autun, de 49° 5 pour la tourbe, de 51° pour le bitume de Rangoon, de 57° pour l'ozokérite de la mer Caspienne.

Les différences dans la fusibilité de la paraffine peuvent tenir aux procédés mis en usage pour l'extraire; mais lorsque le procédé est le même, comme dans les expériences qui viennent d'être citées, il faut les attribuer, soit à des impuretés, soit à des états isomériques dépendant des matières premières qui l'ont fournie. En tout cas, le gisement des matières qui servent à extraire la paraffine a certainement une grande influence sur sa fusibilité, et nous ferons observer à ce sujet que c'est de la roche la plus ancienne, le Boghead, que provient celle qui est la plus fusible.

Les combustibles de même âge donnent cependant des quantités de paraffine très-différentes; ainsi tandis que les houilles en fournissent si peu qu'il n'y a généralement pas avantage à l'extraire, le cannel coal en donne au contraire beaucoup. Le cannel coal est du reste une houille dont les caractères minéralogiques sont exceptionnels.

Parmi les roches desquelles on extrait avec le plus d'avantage la paraffine et les hydrocarbures qui l'accompagnent, nous citerons les schistes bitumineux exploités aux environs d'Autun, ceux de Vouvant dans la Vendée, le Boghead, le pétrole d'Amérique.

Lignite.

Dans une exploration de l'isthme de Panama, M. John Evans a trouvé à Chiriqui, dans la Nouvelle-Grenade, un lignite tertiaire dont les caractères sont remarquables en ce qu'ils rappellent en-

(1) *Annales du Conservatoire des arts et métiers*, Ch. Laboulaye, directeur. Juin 1862, 21.

tièrement la houille. Il donne cependant une poudre brune comme le lignite; et voici d'ailleurs sa composition d'après M. C. T. Jackson (1) :

C	H	O	Az	S	Cendres.	Somme.
68,018	6,480	17,858	0,855	0,189	6,600	100,00

Ce combustible, qui est de bonne qualité, a une densité égale à 1,316; il présente six couches dont l'épaisseur totale dépasse 22 mètres et qui sont réparties sur moins de 10 mètres. Des coquilles marines qui lui sont associées permettent de préciser son âge : d'après M. J. Marcou qui les a déterminées, il appartiendrait au tertiaire éocène et à l'étage du calcaire grossier.

Sur l'Orégon et à Washington, on trouve également des lignites de cet âge, mais ils sont beaucoup plus secs.

M. Tämnau (2) a observé que dans les lignites on rencontre quelquefois les deux espèces de bisulfure de fer, la marcassite et la pyrite de fer cubique. L'une et l'autre peuvent être en très-beaux cristaux et en proportions égales; de plus elles paraissent s'être formées en même temps. Les conditions qui ont déterminé le développement de l'une ou de l'autre nous sont donc encore inconnues.

Houille.

La présence du zinc dans la houille a été constatée par M. Bernoulli (3). Elle se révèle par les fumées blanches qui recouvrent les couvercles des fourneaux au coke. La houille d'Eschweiler contient seulement 0,0048 de zinc p. 100 ; mais il y en a 0,0593 dans le menu très-fin et même 0,1764 dans les parties argileuses séparées par le lavage.

Moselle. — La houille de Carling (Moselle), qui se trouve sur le prolongement du bassin houiller de Sarrebruck, a été atteinte par la compagnie Pougnet sur six couches exploitables (4).

D'après des renseignements qui nous ont été communiqués à la mine par M. Lévy son directeur, cette houille se classe parmi celles qu'on nomme sèches à longue flamme; elle se rapproche des couches supérieures exploitées à Louisenthal, mais ses allures sont peu régulières.

Sa proportion de cendres est en moyenne 4,89 pour le menu, et seulement 2,07 pour le gros; elle est donc très-faible, et si la qua-

(1) *Comp. rend.*, 1861; LII, 69.
(2) *Zeitschrift d. deut. Geologischen Gesellschaft*, XIII, 356.
(3) *Zeitschrift d. deut. geologischen Gesellschaft*, XIII, 359.
(4) Notes prises par M. Delesse.

lité des échantillons essayés se maintient, ce qui toutefois ne paraît pas très-probable, elle serait inférieure à celle des houilles de Sarrebruck qui s'élève souvent jusqu'à 15 p. 100. Le rendement en coke varie de 57 à 61 p. 100. En traitant cette houille à l'usine de Metz pour en fabriquer du gaz, on a obtenu 42 p. 100 d'un coke friable, peu dense, et 296 litres de gaz par kilogramme de houille.

Oural. — La houille de Nikita-Langenskoi dans l'Oural a été analysée par M. W. Stein (1). En déduisant l'eau, les cendres et la pyrite, elle présente la composition suivante :

C	H	O	Az	Somme.
82,52	5,52	11,96	traces.	100,00

Cette houille est noire, à structure parallélipipédique ou schistoïde. Elle brûle avec longue flamme et vaporise huit fois son poids d'eau. Son coke est solide et à petites cellules. Elle est d'ailleurs assez fortement pyriteuse.

Californie. — Les mines de houille du district du Mont-Diablo dans le comté Contra-Costa en Californie, ont été explorées par M. A. Remond (2). De plus M. Heusch a fait comparativement une analyse de cette même houille du Mont-Diablo (I) et d'un cannel coal du Derbyshire (II).

	I.	II.
Carbone	50	48,00
Matières volatiles	46	47,36
Cendres	4	4,64

D'après sa composition, le combustible du Mont-Diablo doit être considéré comme une véritable houille et il est même plus riche en carbone fixe que le cannel coal ; cependant, MM. Whitney et Rémond pensent qu'il appartient au terrain tertiaire. On doit donc admettre, avec le professeur Ansted et avec d'autres géologues, que la houille ne se trouve pas seulement dans le terrain houiller, mais qu'elle s'est formée chaque fois que les couches de végétaux accumulés se trouvaient dans des conditions de gisement convenables. Si le combustible du Mont-Diablo n'est pas resté à l'état de lignite, cela tient sans doute à ce qu'il a été soulevé et métamorphosé par les phénomènes éruptifs qui ont produit le Mont-Diablo lui-même.

---

(1) R. Ludwig. *Geogenische und geognostische Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural*, 240.

(2) *Report of an exploration and Survey of the coal mines mount Diablo district*, — San Francisco, 1861.

Graphite.

Depuis que le graphite (1) est devenu rare dans plusieurs gisements où il s'exploitait jusqu'ici, on l'a retrouvé dans un grand nombre de pays qui fourniront amplement à sa consommation. L'exposition montrait, en effet, du graphite de très-belle qualité qui provenait de presque toutes les parties du monde :

En Autriche, par exemple, il en existe à Brunn, à Toubitz, à Raab (basse Autriche), à Mugrau et à Schwazbach en Bohême, ainsi qu'en Styrie dans les domaines du prince Schwartzenberg ;

En Afrique dans la colonie de Natal ; A Katnapoora, dans l'île de Ceylan dans laquelle il est d'ailleurs connu depuis longtemps ;

Dans la Nouvelle-Zélande, à Pakawan dans la baie du Massacre ;

Au Canada, à Lochaber, et à la pointe du Chêne dans le comté d'Argenteuil. Il y a aussi du graphite sur la côte de la Colombie Britannique.

Mais c'est surtout en Russie, dans la Sibérie orientale, qu'un Français, M. Alibert, a trouvé du graphite qui est doux, tendre, très-pur et en quantité inépuisable. Ce dernier gisement paraît avoir une très-grande importance.

Schistes bitumineux.

Il existe à Buxières-la-Grue, dans le département de l'Allier, des schistes bitumineux qui donnent à la distillation des huiles, du goudron, de la paraffine et diverses matières susceptibles d'applications dans l'industrie.

M. Desbief, M. Hamet (2), et plus récemment M. Dorlhac (3) se sont occupés de leur étude. Ces schistes sont très-feuilletés, à cassure mate et d'une couleur grisâtre ou noirâtre. Chauffés à l'air, ils brûlent avec flamme. Les empreintes de plantes y sont très-nombreuses ainsi que les débris de poissons hétérocerques qui paraissent se rapporter aux amblypterus. Soumis à la distillation, ces schistes rendent en moyenne 5,2 à 5,7 d'huile brute ; quelques-uns en donnent 6 et même 7 p. 100. Les couches bitumineuses sont au nombre de huit, mais assez minces ; car l'épaisseur totale du terrain reste inférieure à 6 mètres. Le rapport du schiste bitumineux au terrain à abattre s'élève d'ailleurs à 1/3 ou même à 1/2 ; et comme l'exploitation se fait à ciel ouvert on comprend qu'elle se trouve dans de bonnes conditions. Les schistes dans lesquels il y a le plus d'écailles de poissons sont aussi ceux qui contiennent la plus

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(2) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, V, 1re et 3e livraison.
(3) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, VI, 355.

grande proportion d'huiles légères. M. Dorlhac observe qu'il est assez difficile de se prononcer, quant à présent, sur l'âge de ces schistes bitumineux : car ils ont une ressemblance frappante avec ceux d'Autun; et ils sont supérieurs au terrain houiller auquel on serait tenté de les réunir; mais, d'un autre côté, des grès qui se trouvent à leur base paraissent les rapprocher des schistes bitumineux d'Oschatz que M. le professeur C. Naumann (1) considère comme permiens.

Schiste graphiteux.

Un schiste graphiteux d'Elbingerode a été analysé par M. G. Franke dans le laboratoire de M. Streng (2) :

SiO^3	Al^2O^3	FeO	CaO	MgO	KO	HO	C	Somme.
88,32	5,87	1,04	0,88	0,15	1,78	0,95	3,[illegible]8	102,97

C'est un schiste très-siliceux qui contient un peu d'eau et environ 3 p. 100 de carbone à l'état de graphite.

Ambrite.

M. de Hochstetter (3) a rapporté de la Nouvelle-Zélande une résine fossile qui a reçu le nom d'ambrite à cause de son analogie avec le succin. Elle a été examinée par M. R. Maly dans le laboratoire de M. Redtenbacher. Sa couleur est gris jaunâtre foncé; sa cassure est amorphe et conchoïde. D = 1,034, dureté = 2. Elle est fortement électrique et brûle avec une flamme fuligineuse. Elle est presque insoluble dans l'alcool, l'essence de térébenthine, l'alcali caustique et les acides étendus; mais l'acide nitrique concentré la décompose au bout d'une ébullition de plusieurs heures.

C	H	O	Cendres.	Somme.
76,65	10,38	12,78	0,19	100,00

La formule qui la représente est $C^{32}H^{26}O^4$, tandis que celle du succin est $C^{10}H^8O$.

L'ambrite se trouve, d'après M. de Hochstetter, dans les lignites tertiaires à Drury, et à Hunua dans la province Auckland. On la rencontre souvent en morceaux de la grosseur de la tête et on la vend sous le même nom qu'une résine produite actuellement par le Kauri (Dammara australis) de la Nouvelle-Zélande. Cette dernière est l'objet d'un commerce assez important et elle se récolte dans la province Auckland, soit sur l'emplacement d'anciennes forêts, soit dans les forêts actuelles. La ressemblance de l'am-

(1) Naumann. *Lehrbuch der Geognosie*, 2e édition, II, 646.
(2) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861; 295.
(3) *Jahrbuch der K. K. geologischen Reichanstalt*, XII, 4.

brite avec une résine, encore secrétée maintenant, est assurément très-remarquable; car si elle ne suffit pas pour établir que le Dammara australis existait déjà dans la Nouvelle-Zélande à l'époque tertiaire, elle nous indique en tous cas que l'ambrite et les résines fossiles se sont formées absolument comme à l'époque actuelle. Ces résines échappent d'ailleurs à la fermentation et leur résistance à l'action des dissolvants, basiques ou acides, explique très-bien comment elles peuvent se conserver sans grande altération dans le sein de la terre.

Guano.

On sait que l'existence de carapaces siliceuses d'infusoires ou de diatomées a déjà été signalée dans le guano; partant de ce fait, MM. Janisch (1) et A. Edwards (2) ont proposé de s'en servir pour caractériser et même pour reconnaître le guano provenant de différentes localités. Le procédé qu'ils emploient pour mettre les carapaces siliceuses en évidence consiste à détruire la matière organique en l'oxydant par l'acide nitrique et par le chlorate de potasse. Mais ce procédé a l'inconvénient d'être très-long et même dangereux à cause des explosions; aussi M. Gerstenberger (3) en a-t-il indiqué un autre.

On sait que le guano est essentiellement formé par des phosphates et urates de chaux, ainsi que par des sels ammoniacaux, mélangés de sable et de débris non décomposés qui ont été mangés par les oiseaux et qui proviennent d'animaux et de plantes; c'est à ces derniers qu'appartiennent les carapaces siliceuses des diatomées. On peut donc calciner les guanos jusqu'à une bonne température rouge dans un creuset de platine; les sels organiques sont alors détruits et on obtient une cendre composée de carbonates dans laquelle les carapaces sont bien conservées. On traite ensuite ce résidu par de l'eau régale à laquelle on ajoute même un peu de chlorate de potasse et on le chauffe pendant quelques secondes; après cette opération les carapaces siliceuses sont devenues complétement blanches et il est facile de les étudier sous le microscope.

Patagonie. — M. Malaguti (4) a analysé divers engrais provenant de la Patagonie et qui sont désignés sous les noms de guanos

(1) *Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, 1861; 111.
(2) *Abhandlungen der Schlesischen Gesellsch.*, 1861. — *Naturwissenschaften*, II.
(3) *Londoner mikroskop.* Journal, VII.
(4) *Compt. rend.*, septembre 1861, Barreswill. — *Répertoire de chimie appliquée*, 1861; 370, 399.

de Shag, de Lion, de Pingouin ou de Carrière. Tous ces guanos sont tirés d'un groupe de petites îles situé entre la pointe Sea-Bear-Bay et le port Désiré, par 48° latitude australe et 62° de longitude occidentale.

Le guano de Shag provient d'une île peuplée exclusivement de cormorans que les marins, au cap Horn, appellent Shag.

Les trois autres guanos de Lion, de Pingouin et de Carrière, sont tirés d'une île fréquentée par des phoques et par une telle multitude de pingouins, que l'île même en a pris le nom.

M. Malaguti résume ainsi son travail :

1° Le guano de Shag, formé d'excréments et de débris de cormorans se distingue par sa richesse en azote, qui est presque aussi grande que celle des bons guanos du Pérou ;

2° Le guano de Lion de mer est un amas de débris d'amphibies et notamment de phoques ; il est remarquable par ses cristaux de struvite et par des pseudomorphoses de chaux phosphatée qui paraissent avoir remplacé du gypse.

3° Ce qui caractérise le guano de Pingouin, c'est de contenir non-seulement de la struvite, mais encore des nodules d'une argile phosphatée formant un silico-phosphate d'alumine qui est moins soluble dans les acides après calcination qu'avant et qui contient 32 p. 100 d'acide phosphorique.

4° Le guano de Carrière paraît être du guano de pingouin très-ancien, qui aurait été modifié par l'action des siècles. La struvite y est remplacée par de grandes pyramides à base rectangulaire de phosphate ammoniaco-magnésien provenant du prisme rhomboïdal droit de la struvite.

Eaux.

Ainsi que l'a fait observer M. le professeur C. Fr. Naumann, l'eau qui est un des principaux agents de notre globe doit en même temps être étudiée comme roche. Elle peut d'ailleurs être à l'état solide, liquide ou même gazeux.

Neige.— Quand elle est à l'état solide, l'étude de ses formes cristallines a déjà occupé un grand nombre d'observateurs, parmi lesquels on peut citer Wallerius (1751) et Schumacher. MM. Geinitz et Franke viennent encore de faire des recherches sur ce sujet. En examinant plus d'une centaine de formes distinctes affectées par la neige, M. Geinitz (1) a vérifié qu'elles se rapportaient au

(1) *Denkschriften der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, 1860, 20.

système rhomboédrique ; et d'après le système de notation de M. le professeur Naumann, elles se laissent représenter ainsi : ∞P, $\infty P2$, ∞Pn, $\frac{\infty P}{2}$, $\frac{\infty P2}{2}$, et la base o P. Cependant, quelques formes exceptionnelles, identiques à celles dessinées déjà par Wallerius ou Schumacher, ne peuvent pas s'expliquer dans le système du rhomboèdre; elles paraissent au contraire dériver du système quadratique ou du prisme à base carré. Comme l'observe M. Geinitz, il semblerait donc que la neige est dimorphe; elle offre deux formes cristallines distinctes qui dépendent sans doute de la température et des conditions dans lesquelles elle prend naissance.

Eaux douces.

Passy. — L'eau jaillissante du puits artésien de Passy a été décrite par M. J. Dumas (1) et présente les mêmes propriétés que celle de Grenelle. Comme cette dernière, elle exhale une odeur très-légèrement sulfureuse; mais elle entraîne seulement 0,0033 de sable et d'argile. Sa température est de 27°,4 et M. Belgrand (2) a trouvé 9°,74 pour son degré hydrotimétrique. M. J. Lefort, qui a fait une analyse des gaz qu'elle tient en dissolution, a trouvé que cette eau est très-pauvre en oxygène et que, par son volume d'azote, elle se rapproche beaucoup des eaux minérales sulfureuses. D'un autre côté, il a pu constater qu'elle reprend rapidement de l'oxygène, dès qu'on l'agite à l'air, et alors elle perd une proportion à peu près correspondante de gaz azote. C'est ce qu'il est facile d'apprécier en comparant les gaz dissous dans un litre (I) tel qu'il sort du puits artésien et après qu'il a été agité à l'air pendant dix heures (II).

	I.	II.
Acide carbonique libre et combiné.	33,84	34,55
Azote.	20,00	15,55
Oxygène.	1,92	9,17
	55,76	59,27

MM. Poggiale et Lambert (3) ont fait une analyse complète de cette eau du puits artésien de Passy ; ils ont trouvé pour 1 litre puisé le 12 février 1862, 7 centimètres cubes d'acide carbonique libre et 17 d'azote. Voici d'ailleurs sa composition :

CaO,CO^2	MgO,CO^2	KO,CO^2	FeO,CO^2	NaO,SO^3	NaCl	SiO^2	Al^2O^3
0g,064	0,024	0,012	0,001	0,015	0,019	0,010	0,001

HS et sulfure alcalin.	Matières organiques, Mn, I, perte.	Somme.
0,006	0,044	0g,141

(1) Dumas. *Comptes rendus*, 1861; LIII, 571.
(2) *Annuaire de la Société météorologique*, 1861; IX, 185.
(3) *Comptes rendus*, 1862.

Comme l'eau de Grenelle, celle de Passy est très-pure, et ne contient presque pas d'oxygène; de plus, elle renferme moins de sels calcaires et magnésiens que les bonnes eaux potables. Cependant l'absence d'air, son alcalinité et sa forte saveur, sa faible quantité d'acide carbonique et de carbonate calcaire, donneraient lieu à des inconvénients, si elle était exclusivement employée comme boisson.

Eaux salées.

NORWÉGE. — Dans la province Romeriget, à l'est de Christiania, il existe des sources faiblement salées qui, d'après M. Th. Kjerulf (1), proviennent simplement de l'infiltration des eaux pluviales à travers des couches argileuses et postpliocènes d'origine marine. L'analyse d'une de ces eaux salées prise à Eidsvold a été faite par M. Lindgaard et qui a obtenu :

Cl	SO^3	NaO	KO	MgO	CaO	SiO^2	Somme.
0,500	0,090	0,350	0,003	0,027	0,103	0,003	1,076

LAC OURMIA. — L'un des lacs salés les plus remarquables est le lac Ourmia, qui était déjà connu de Strabon, et qui a été visité, dans ces derniers temps, par MM. M. Wagner (2), Kennet Loftus (3), Abich (4). Bien que la salure de ce lac soit trop grande pour y permettre l'existence de poissons ou de mollusques, on y observe de nombreux crustacés : ce fait est assez intéressant à signaler si l'on remarque que ce sont surtout des crustacés, les trilobites, qui ont peuplé les mers les plus anciennes de notre globe. La densité des eaux du lac Ourmia est 1,175 et le résidu salin qu'elles abandonnent est en moyenne de 22,07 p. 100. M. Abich a analysé ces eaux et nous donnons, d'après lui, leur composition (I) ainsi que celle du résidu salin qu'elles laissent par évaporation (II) :

	$NaCl^2$	$MgCl^2$	CaO,SO^3	MgO,SO^3	$CaCl^2$	HO	Somme.
I.	19,01	1,52	0,07	1,33	0,14	77,93	100,00
II.	86,37	6,94	0,34	6,08	0,27	»	100,00

A ce sujet, M. Abich observe que le sel gemme peut être originaire ou bien au contraire de formation secondaire; dans le premier cas, il pense qu'il doit contenir du chlorure de calcium et de magnesium et pas de sulfates; dans le second, au contraire, on n'y

(1) *Jagttagelser over den postpliocene eller glaciale formation*, 1860; 32.
(2) *Reise nach Persien*, II, 128, 165.
(3) *Quarterly Journal of the Geological Society*, 1855; 306.
(4) *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.). IX, 22, 38.

trouve pas de chlorure de calcium, mais des sulfates avec du chlorure de magnésium et quelquefois aussi du sel de Glauber. D'après ces considérations, l'eau du lac Ourmia paraît donc provenir de la dissolution d'un sel gemme originaire qui aurait été souillé par du chlorure de magnesium et par du sulfate de magnésie. Elle résulte vraisemblablement du lavage de masses de sel qui sont situées dans le voisinage du lac ou qui, peut-être même, constituent son fond. Des cours d'eau plus ou moins chargés de sel se rendent d'ailleurs dans le lac Ourmia.

Güşgündag. — Au pied du Güsgündag en Arménie, il existe encore des lacs salés qui fournissent même du natron. Dans l'un d'eux, les eaux qui présentent une couleur rouge ont été analysées par M. Abich (1); comme on peut le voir, elles sont extrêmement riches en principes salins, surtout en chlorure de sodium.

NaCl	NaO,SO^3	NaO,CO^2	HO	Somme.
30,68	7,99	4,31	67,02	100,00

Ces eaux sont recouvertes par des croûtes salines sur lesquelles nous reviendrons plus loin.

Eaux minérales sulfatées sodiques.

La composition chimique des eaux minérales de Plombières a été déterminée avec soin par MM. Jutier et Lefort. Ces eaux sont thermales et très-légèrement amères, d'autant plus qu'elles sont plus chaudes. Elles ont une densité qui oscille entre 1,0002 et 1,0006. Leur degré hydrotimétrique varie de 2° à 4° et par conséquent il est très-faible. Parmi les gaz qui se dégagent spontanément elles contiennent très-peu d'acide carbonique qui est en moyenne de 1,22 p. 100; mais elles ont beaucoup d'azote et de l'oxygène. La proportion de ce dernier gaz augmente rapidement à mesure que la température de la source décroît; celle de l'azote diminue au contraire dans les mêmes circonstances. Quant à l'oxygène et à l'azote dissous, ils dépendent également de la température de la source; et plus cette température s'abaisse, plus leur rapport est voisin de celui qu'ils ont dans les sources non minérales. Nous signalerons la lithine parmi les substances qu'il est remarquable de rencontrer dans les eaux de Plombières; sa présence s'explique d'ailleurs facilement, car M. Delesse a reconnu qu'elle existe non-seulement dans la minette qui se trouve en filons dans le granite, mais encore dans le mica brun tombac du granite des Vosges.

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.), IX, 42.

MM. Jutier et Lefort (1) ont recherché si pour les eaux de Plombières, il existe une relation entre la quantité de substances minérales dissoutes et la température des eaux à leur point d'émergence. Ils sont arrivés à cette loi que la minéralisation des eaux est d'autant plus grande que leur température est plus élevée et qu'elle est même proportionnelle à leur température. Voici comme exemple, la composition d'un litre de la source Vauquelin (I) et de l'une des sources dites savonneuses (II).

	O	Az	CO^2	SO^3	SiO^2	ClH	KO	NaO	AzH^3
	c. cub.	c. cub.							
I.	2,72	12,60	0,04557	0,07646	0,09854	0,00652	0,00871	0,12584	traces.
II.	4,75	12,24	0,04154	0,02641	0,04108	0,00407	traces.	0,04316	traces.

	CaO	Fe^2O^3,FlH,As^2O^5	Matières organiques.	MgO	Somme.
I.	0,01034	traces.	»	traces.	0,37198
II.	0,01749	traces.	»	0,00310	0,17685

On peut observer que les eaux de Plombières contiennent, relativement à leurs autres substances élémentaires, beaucoup d'acide sulfurique, de silice, et de soude, tandis qu'elles ont assez peu d'acide carbonique; d'après cela MM. Jutier et Lefort pensent que le sulfate et le silicate de soude doivent être leurs sels dominants : ce sont donc des eaux sulfatées et silicatées sodiques. Elles ont dû se former, au moins en partie, par l'action de la vapeur d'eau et de l'acide carbonique qui ont attaqué à une température élevée les roches granitiques au milieu desquelles elles émergent.

Eaux minérales ferrugineuses et carbonatées.

A Plombières, de même qu'à Luxeuil et dans plusieurs autres localités, il existe au voisinage des sources thermales des sources ferrugineuses froides. Ces dernières proviennent de griffons horizontaux. Au moment où elles jaillissent du sol, elles sont limpides et incolores; mais elles ne tardent pas à abandonner presque tout leur oxyde de fer qui se dépose sous la forme de conferves microscopiques. Cette eau ferrugineuse froide a une densité de 1,0004. Elle ne donne pas de dégagements de gaz spontanés. MM. Jutier et Lefort ont trouvé pour la composition d'un litre :

O	Az	CO^2	SO^3	ClH	SiO^2	PO^5,IH,AsO^5	NaO	KO,AzH^3
cent. cub.	cent. cub.							
2,22	16,31	0,04359	0,00570	0,00258	0,0100	traces.	0,00731	traces.

CaO	Al^2O^3	Fe^2O^3	MnO	Acide crénique.	Somme.
0,00622	0,00116	0,00754	traces.	»	0gr,03410

(1) *Études sur les eaux minérales et thermales de Plombières*, 140. — Paris.

La prédominance de l'acide carbonique paraît indiquer que cet acide forme des bicarbonates et que la silice est à l'état libre; en sorte que MM. Jutier et Lefort classent cette eau parmi les minérales ferrugineuses bicarbonatées.

Eaux minérales arsenicales.

Dans la régence de Tunis, à Bou-Chater, l'ancienne Utique, il existe une source thermale qui a été retrouvée par M. Guyon (1). D'après une analyse faite au laboratoire de M. Ludovic Ville à Alger, 1 litre de cette eau contient $0^{g},106$ d'acide arsénique qui paraît être à l'état d'arséniate de soude et de potasse. On avait déjà signalé un peu d'arsenic dans diverses eaux minérales; ainsi, il y en a des traces dans celles de Plombières, quelques milligrammes dans celles de Hammam-Meskoutin, et même des centigrammes dans celles des Pyrénées; mais jusqu'à présent on n'en connaissait pas une aussi forte proportion. Ce résultat est important à constater, car il explique les intoxications qui depuis l'antiquité ont été produites par la source de Bou-Chater; de plus il permet de concevoir facilement comment des gîtes métallifères riches en minéraux arseniés peuvent avoir été formés par des sources minérales.

Roches salines.

Sel.

Dans un voyage d'exploration au Paraguay, M. Du Graty (2) a recueilli du sel qui forme des efflorescences et même des dépôts sur les rives du fleuve Paraguay. L'analyse d'un échantillon provenant du dépôt salin de Lambaré a donné à M. Parody :

NaCl	MgCl	SO^3,MgO	SO^3,CaO	Matières organiques, silice et perte.	Somme.
91,399	2,949	0,900	4,230	0,522	100,00

Ces dépôts salins s'observent à Lambaré, au fort Olympo, notamment à l'endroit nommé Salinas et aussi sur les bords des rivières Peribebi et Negro. Ils seraient d'ailleurs assez abondants pour fournir à la consommation du Paraguay. Leur origine doit visiblement être attribuée à des terrains salifères et gypseux qui avoisinent le fleuve; pendant les crues, ces terrains sont sans doute lavés ou recouverts par ses eaux; et à l'étiage, lorsque les lacs et les marais qu'elles forment sur les rives du fleuve Paraguay viennent à se dessécher, elles laissent déposer le sel qu'elles ont dissous.

(1) *Compt. rend.*, 1861; LIII, 46.
(2) *La République du Paraguay*, 385.

Makite.

M. Abich (1) a désigné sous le nom de Makite un sel qui forme une croûte à la partie supérieure des lacs de natron de Maku, dans le Güsgündag, en Arménie. Ce sel présente une structure feuilletée zonaire et rayonnée; son éclat est nacré et sa couleur rappelle celle du manganèse carbonaté. A sa surface, il se couvre d'une petite couche farineuse qui résulte de ce qu'il absorbe une petite quantité d'eau de l'atmosphère.

Sulfate de soude	78,44
Sesquicarbonate de soude	17,74
Chlorure de sodium	0,58
Chlorure de potassium	0,46
Sulfate de magnésie avec traces de manganèse	0,74
Eau et matières organiques	1,39
Somme	99,35

Le rapport du sulfate au sesquicarbonate de soude est de 1 à 5; ce qui donne pour la formule du makite $2NaO, 3CO^2 + 5 (NaO, SO^3)$. C'est une combinaison analogue à celle que nous offrent la thénardite, la glaubérite, la martinsite.

Le makite qui a été analysé provient du lac de natron rouge duquel nous avons déjà parlé (2). D'après M. Abich, ce lac, qui a environ 1.500 mètres de circonférence, occupe une dépression dans la lave au pied sud-ouest du petit Ararat. Ses bords noirs et escarpés contrastent avec la couleur blanche du sel qui les couvre. A mesure que la croûte saline cristallise, elle tend d'ailleurs à gagner le fond du lac où elle s'accumule sur les couches déjà tombées.

Une matière brun rouge colore la partie inférieure de la croûte saline ainsi que l'eau du lac. Cette matière contient du carbone et devient gris noirâtre par la chaleur; examinée sous le microscope elle offre d'ailleurs une structure organisée: elle est vraisemblablement formée par des animalcules comme ceux qui ont été observés dans le sel rouge ou comme les petites monades qui pullulent dans les marais salants auxquels elles donnent également la couleur rouge.

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.), IX, 39.
(2) *Revue de géologie* pour l'année 1861, p. 79.

Roches calcaires.

Chaux phosphatée.

Parmi les échantillons très-remarquables, envoyés par la Commission géologique du Canada, l'Exposition de Londres présentait de la chaux phosphatée cristalline ayant une belle couleur vert bleuâtre. Ce minéral forme une couche qui, à North Elmsley, offre plus de 3 mètres d'épaisseur. Il contient d'ailleurs du quartz avec de grandes lamelles de mica noirâtre, ce qui lui donne une structure granitoïde.

Sur divers points des départements de l'Isère, de la Drôme, de la Savoie, M. Lory (1) a constaté dans le gault l'existence de la chaux phosphatée qu'on connaît au même niveau dans le Nord-Est de la France et en Angleterre. Cette substance minérale présente l'aspect d'un grès grossier qui est formé d'un mélange de chaux phosphatée et de sable, cimenté par de la chaux carbonatée. Souvent elle s'est moulée à l'intérieur des coquilles.

Calcaire avec chaux phosphatée.

Le calcaire contient fréquemment des proportions très-notables de chaux phosphatée; d'après MM. Deherain et Leroy-Desclosages (2), voici les proportions contenues dans quelques variétés qui sont spécialement recherchées pour l'agriculture :

Tuf calcaire d'Ouillic	2,600
Marne de Beauforé (Calvados)	3,131
Calcaire du département de la Manche	2,714
Tangue du département de la Manche	3,677

On sait que la chaux phosphatée se retrouve en petite quantité dans presque toutes les roches, même dans celles qui sont éruptives et d'origine ignée. Comme elle est nécessaire à l'organisation des animaux aussi bien que des végétaux, sa grande diffusion dans la nature est du reste très-facile à comprendre.

Gypse.

La bonne qualité du gypse de Paris a quelquefois été attribuée à ce qu'il renferme du carbonate de chaux mélangé; mais des essais faits par M. Delesse (3) lui ont montré que le carbonate

(1) *Bulletin de la Société de statistique, des sciences naturelles et des arts industriels du département de l'Isère* [2], IV; 1858 à 1860.
(2) Bareswill. *Répertoire de chimie appliquée*, 1861; 162.
(3) *Compt. rend.*, 1861; LII, 914.

est en proportion variable dans les bancs les plus renommés. Tandis qu'il y en a très-peu dans le meilleur gypse à Romainville, il y en a au contraire beaucoup dans les mêmes bancs à Montmartre. Indépendamment du carbonate de chaux, le gypse du bassin de Paris contient aussi des carbonates qui font une effervescence lente et notamment du carbonate de fer; il y a surtout du carbonate de fer dans le gypse blanc et bien cristallisé des environs de Dammartin.

Alm.

On désigne sous le nom d'Alm une substance qui dans le sud de la Bavière se dépose dans les terrains tourbeux et marécageux. D'après M. Sendtner (1) c'est une masse à l'état de bouillie et qui retient beaucoup d'eau; lorsqu'elle est sèche, elle est amorphe, légère, et elle se présente en grains d'une couleur blanche tirant sur le jaune ou sur le brun. Dans l'un ou l'autre état, elle n'offre pas la structure cristalline, même sous le microscope. Son analyse apprend qu'elle consiste en carbonate de chaux avec un peu de carbonate de magnésie, d'alumine, d'acide phosphorique et une proportion variable de matières organiques. Quand elle a été desséchée, elle est d'autant plus friable qu'elle renferme moins de matières organiques.

L'une de ses propriétés les plus remarquables est d'absorber une grande quantité d'eau; dans 6 expériences les résultats ont varié de 58 jusqu'à 1160 p. 100. C'est la variété qui avait le plus de matières organiques qui a donné le nombre le plus élevé. On sait d'ailleurs que l'acide humique et le bois décomposé absorbent aussi une très-grande proportion d'eau (2).

L'alm paraît résulter d'une précipitation occasionnée par le dégagement de l'acide carbonique de bicarbonates et par la concentration de l'eau; c'est surtout au printemps qu'elle se produit avec abondance. Elle forme le fond de tous les prés marécageux; elle repose immédiatement sur la couche supérieure du gravier de transport, chaque fois que ce dernier est recouvert par des mousses et par de la tourbe; on l'observe aussi en couches intercalées dans la tourbe elle-même. Enfin près de Lochhausen elle repose sur la tourbe et se montre en couches qui ont plus d'un mètre.

Lorsque l'alm a été exposé à l'action de l'atmosphère, elle durcit en

(1) *Die vegetations Verhältnisse Süd Bayerns*, 123. — *Zeitschrift d. deutschen Geologischen Gesellschaft*, XIII, 341.

(2) Recherches sur l'eau dans l'intérieur de la terre. — *Bull. de la Soc. géol.* (2e s.), XIX, 73.

formant des masses compactes et poreuses et elle peut alors passer au calcaire concrétionné. A cet état, on l'emploie même comme pierre propre à bâtir et à charger les routes.

Calcaire magnésien.

Dans sa description du Paraguay, M. du Graty (1) signale des calcaires magnésiens provenant d'Itapucuguazu qui sont employés comme marbres. Ces calcaires ont visiblement subi un métamorphisme et leur couleur est grise ou blanche. L'analyse de l'un d'eux ayant une couleur blanche veinée de rose a donné à M. Francqui :

CaO,CO^2	MgO,CO^2	Fe^2O^3	CaO,SO^3	HO	Somme.
59,20	39,70	0,30	0,20	0,20	99,60

On peut observer que ce calcaire contient un peu de sulfate de chaux ; nous ajouterons que, dans certains échantillons que nous avons examinés, il y a même une très-grande proportion de sulfate de chaux à l'état d'anhydrite. Ce dernier minéral est alors blanc et saccharoïde comme dans les Alpes et son association avec le calcaire magnésien mérite d'être signalée. Jusqu'à présent tous les terrains stratifiés du Paraguay ont du reste été rapportés aux terrains stratifiés les plus anciens.

Marne magnésienne.

Les lacs de natron du Güsgündag en Arménie se trouvent, comme l'a reconnu M. Abich (2), soit au milieu, soit au voisinage de laves doléritiques qui ont été vomies par le petit Ararat. Il existe sur leurs bords une marne qui, lorsqu'elle est desséchée, devient friable comme de la craie ; tandis que, détrempée, elle est très-molle, ce qui rend même l'abord des lacs assez difficile, particulièrement pour le lac rouge (3). L'analyse de cette marne a été faite par M. Ch. Schmidt :

MgO,CO^2	CaO,CO^2	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	HO	Somme.
61,82	13,69	12,00	6,21	2,06	4,24	100,02

On voit que la marne des lacs salés du Güsgündag est riche en carbonates; et la grande proportion de carbonate de magnésie qu'elle renferme montre de plus que c'est une marne magnésienne.

D'après M. Abich, le gisement et la composition de cette marne semblent indiquer qu'elle provient, au moins en partie, d'une décomposition lente qui aurait été exercée par l'eau des lacs salés

(1) A. M. du Graty. *La République du Paraguay*, 298.
(2) *Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.), IX, 41.
(3) *Revue de géologie pour l'année* 1861 ; 82.

sur la dolérite qui les encaisse. Nous ferons cependant observer qu'il existe aussi des marnes semblables dans les terrains lacustres, notamment dans ceux du bassin de Paris. Leur gisement est alors entièrement différent de celui du Güsgündag, car elles se trouvent loin de toute roche volcanique et magnésienne.

Quant aux lacs salés du Güsgündag au bord desquels s'est déposée la marne dont nous venons de parler, lorsqu'ils sont dans la dolérite leur salure est vraisemblablement originaire; lorsqu'au contraire ils sont en dehors et en plaine, elle résulte simplement du lessivage des terrains voisins qui a été opérée par des eaux pluviales allant ensuite s'accumuler et se concentrer dans la dépression la plus profonde.

Roches siliceuses.

Sable.

Le sable qui est accumulé par le vent sur la plage de Swansea présente une couleur brun-jaunâtre et contient de petits débris de coquilles. Il est employé pour préparer la sole des fours à réverbère dans lesquels on travaille le cuivre. Son analyse a été faite par M. W. Weston, sous la direction du docteur Percy (1):

SiO^2	AlO^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	CO^2 et HO	Somme.
87,87	2,13	2,72	3,79	0,21	2,60	99,32

Il est à remarquer que la composition de ce sable diffère peu de celle qui avait été obtenue dix années auparavant par M. Le Play: elle est donc moins variable qu'on ne serait tenté de le croire d'après son mode de formation.

Silice gélatineuse.

M. Ed. Jannetaz (2) a observé que, dans le calcaire de Champigny, les cavités du silex sont quelquefois remplies par de la silice gélatineuse qui, dans la carrière, est assez tendre pour se rayer et pour se couper. Cette silice se dissout dans la potasse et même un peu dans l'acide chlorhydrique. Desséchée à l'air pendant un mois, elle conserve encore 5 p. 100 d'eau. M. Jannetaz pense que les bandes blanches qui se voient du silex de Champigny proviennent de silice gélatineuse qui aurait pris peu à peu de la consistance et de la dureté.

Silice plastique.

On emploie, pour faire les briques éminemment réfractaires

(1) *Metallurgy*, I, 238.
(2) *Bulletin de la Société géologique*, XVIII, 673.

de Dinas en Angleterre, une matière plastique qui est d'une couleur gris pâle lorsqu'elle est desséchée, et qui s'exploite dans la vallée de Neath. Deux échantillons en ont été analysés par M. W. Weston dans le laboratoire du docteur Percy (1) :

	SiO^2	AlO^3	FeO	CaO	KO,NaO	HO	Somme.
I.	98,31	0,72	0,18	0,22	0,14	0,35	99,49
II.	96,73	1,39	0,48	0,19	0,20	0,50	99,92

Cette matière, qu'on désigne dans le pays sous le nom d'argile, présente, il est vrai, la structure et les propriétés physiques de cette roche ; mais son analyse montre cependant que c'est de la silice presque pure. Lorsqu'elle est en parcelles microscopiques, la silice peut donc se laisser pétrir ou délayer dans l'eau et devenir entièrement plastique. Certaines roches, telles que l'argile siliceuse de la Dombes, forment du reste la transition graduée de la silice à l'argile (2).

Quartzite micacé.

M. A. Terreil (3) a analysé des quartzites micacés appartenant au terrain secondaire de la Tarentaise en Savoie. Ces roches, qui sont métamorphiques, contiennent un mica verdâtre ou jaunâtre, très-doux au toucher, et habituellement considéré comme du talc ; aussi, dans les collections, sont-elles désignées sous le nom de talcites.

I. Quartzite micacé avec mica blanc verdâtre satiné, en petits feuillets, qui sont fusibles au chalumeau, $d = 2,659$; du val d'Arbonne.

II. Quartzite très-micacé avec mica très-doux au toucher, en feuillets minces, feutrés, très-compactes, ayant souvent une couleur jaune de cire ; il est infusible au chalumeau et dégage dans le tube fermé une trace d'acide chlorhydrique, $d = 2,704$; du val de Tignes.

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	KO et NaO	HO	Somme.
I.	85,96	8,50	1,40	0,77	1,31	2,66	»	100,60
II.	79,90	15,63	0,44	»	0,94	2,72	1,58	101,21

La teneur en silice de ces quartzites les rapproche de deux échantillons, provenant, l'un du mont Rose, l'autre de Zermatt, qui ont été analysés par MM. Bunsen et Zulkowsky (4). Si l'on admet que leur mica contienne 40 p. 100 de silice, comme le mica vert de

(1) *Metallurgy*, I, 237, 238.
(2) *Revue de géologie pour l'année* 1860; 38.
(3) *Comp. rend.*, 1861; LIII, 120.
(4) Roth. *Die Gesteins-Analysen glimmerschiefer*, 52.

Monroe (1), on trouve que le quartzite d'Arbonne renfermerait environ 77 p. 100 de quartz, et celui de Tignes 67, c'est-à-dire les deux tiers de son poids.

Roches argileuses.

Argiles.

Dans un traité de métallurgie qu'il vient de publier, M. le docteur Percy (2) a réuni les analyses d'un grand nombre d'argiles réfractaires. Nous donnerons d'après cet ouvrage la composition des argiles les plus renommées de l'Angleterre.

I. Argile brune, mélangée de silice libre et dont le sable a été séparé par le lavage; de Stourbridge. Elle est très-recherchée pour les creusets de verrerie. . . . . (C. Tookey.)
II. Brune foncée, mélangée de silice libre; de Corngreaves. (C. Tookey.)
III. Du terrain houiller de Glascote, près Tamworth. . . . . (Percy.)
IV. Employée pour les creusets à acier fondu, de Stannington, près Sheffield. . . . . (Percy.)
V. Grise, douce au toucher, $d=2,519$, formant le mur de la houille à Blaydon Burn, près Newcastle. . . . . (Percy.)
VI. Gris blanchâtre, douce au toucher, servant à faire les creusets dans le Cornouailles; de Poole, comté Dorset. (Percy.)
VII. Considérée comme la meilleure argile réfractaire du terrain houiller de Dowlais.. . . . (Laboratoire Percy). (E. Riley.)
VIII. De Houth en Irlande. . . . . (Laboratoire Percy). (J. Spiller.)
IX. Employée pour faire des briques réfractaires; du terrain houiller de Dowlais.. . . . . (E. Riley.)

Numéros.	SiO^2	Al^2O^3	KO	NaO	CaO	MgO	FeO	Fe^2O^3	MnO	PO^5	Eau combinée.	Eau hygrométrique.	Matières organiques.	TiO^2	Somme.
1	65,10	22,22	0,18	»	0,14	0,18	1,92	»	»	0,06	7,10	2,18	0,58	»	99,66
2	57,31	26,58	0,44	»	0,71	0,49	2,83	»	»	tr.	8,52	2,26	0,44	»	99,58
3	50,20	32,59	2,32	»	0,36	0,44	»	3,52	tr.	»	9,69	3,00	»	»	102,12
4	48,04	34,47	1,94	»	0,66	0,45	»	3,05	»	»	11,15	»	»	»	99,76
5	55,50	27,75	2,19	0,44*	0,67	0,75	»	2,01	»	»	10,53	»	»	»	99,84
6	48,99	32,11	3,31	»	0,43	0,22	2,34	»	»	»	9,63	2,33	»	»	99,36
7	67,12	21,18	2,02	»	0,32	0,84	»	1,85	»	»	4,82	1,39	0,90**	»	100,44
8	74,44	19,04	2,07	»	0,45	0,27	»	0,61	»	»	3,71	»	»	»	100,59
9	63,09	29,09	1,92	0,31	0,42	0,66	»	2,88	»	»	»	»	»	2,21	100,58

* Avec Cl et SO^3. — ** Avec un peu d'acide carbonique.

(1) Dana. *Mineralogy*. — Rammelsberg. *Handbuch der Mineral Chemie*, 666; Analyses de Kobell, Smith et Brush.
(2) *Metallurgy*, by John Percy M. D. F. R. S., I, 214, 236.

L'existence de petites quantités d'alcalis a déjà été signalée dans les argiles, et on sait que celles qui sont dures ou lithoïdes en contiennent souvent plusieurs centièmes; mais il est remarquable qu'il y en ait aussi une proportion très-notable dans les argiles plastiques et même dans celles qui ont de la réputation comme terres réfractaires. Pour plusieurs de celles qui ont été analysées sous la direction de M. Percy, cette proportion dépasse 2 p. 100. On peut observer d'ailleurs que l'alcali contenu dans les argiles est essentiellement la potasse, et que, si elles renferment de la soude, il y en a seulement des traces.

Enfin remarquons encore que l'acide titanique entre quelquefois dans la composition des argiles, et que celle de Dowlais en contient dans certains cas plus de 2 p. 100.

Schiste calcaire.

M. A. Terreil (1) a fait l'analyse du schiste à bélemnites de la localité classique de Petit-Cœur, dans la Tarentaise. Ce schiste, bien connu des géologues par les recherches de M. E. de Beaumont, est noirâtre, un peu luisant et feuilleté; il renferme de la pyrite de fer et surtout de la chaux carbonatée qui s'observe entre ses feuillets; $d = 2,701$. Quand il est chauffé il dégage de l'acide sulfureux, devient grisâtre; puis il fond en donnant un verre de couleur verdâtre.

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	MnO	CaO	MgO	KO et Na^2O	S	CO^2	PO	C	HO	Somme
22,62	9,65	5,74	traces.	30,79	1,09	0,66	0,90	24,21	tr	0,40	3,52	99,61

Le schiste de Petit-Cœur contient donc beaucoup de chaux carbonatée, et c'est d'ailleurs facile à concevoir, puisqu'il provient du métamorphisme d'une marne jurassique.

Écume de mer.

L'exposition de la Nouvelle-Galles du Sud montrait de gros blocs d'écume de mer qui avaient été envoyés par différentes personnes et notamment par M. W. Keene (2). Cette substance est très-abondante, de belle qualité et propre à être employée dans l'industrie. Elle est du reste intercalée dans le terrain houiller (coal-measures), en sorte que son origine paraît être lacustre: telle est aussi l'origine de l'écume de mer et des argiles magnésiennes qui sont associées au gypse et aux terrains d'eau douce du bassin de Paris.

---

(1) *Comp. rend.*, 1861; LIII, 120.
(2) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.

Roches de micaschiste.

Schiste micacé.

M. A. Terreil (1) a également donné la composition du schiste micacé et anthraxifère de Petit-Cœur. Ce schiste est noirâtre, feuilleté, luisant, et il montre des empreintes de végétaux fossiles qui ont été remplacés par un mica blanc, nacré, en paillettes microscopiques. Sa densité est 2,719; mais quand on le chauffe il perd sa couleur noire, devient blanc et nacré, puis il fond en un verre dont la densité est seulement 2,401; il éprouve alors dans sa densité une diminution de 11,62 p. 100 qui est du même ordre que celle trouvée déjà dans des recherches semblables (2). Voici les résultats obtenus par M. A. Terreil pour le schiste micacé (I) et pour le mica nacré qui a pseudomorphosé les végétaux fossiles (II):

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO et MgO	KO et NaO	S	PO^5	C	HO	Somme.
I.	50,47	35,65	0,34	0,68	5,41	tr.	tr.	0,47	7,20	100,22
II.	50,00	36,45	0,37	0,45	5,01	»	tr.	»	7,96	100,24

On voit que ce schiste du terrain anthraxifère des Alpes est presque entièrement formé par un mica feuilleté et très-doux au toucher, comme ceux qui contiennent beaucoup d'eau et d'alumine. Il est coloré en noir par une matière charbonneuse; mais il ne diffère pas du mica blanc et nacré qui s'est développé dans les vides laissés par les débris végétaux. Ce schiste est d'ailleurs une roche argileuse métamorphique des mieux caractérisées; et ainsi qu'on l'observe dans d'autres gisements, ses débris fossiles se sont conservés, bien qu'il y ait eu formation postérieure de mica.

Micaschiste.

Une description des micaschistes nacrés qui se trouvent dans les montagnes occidentales du bassin du Rhône a été donnée par M. J. Fournet (3).

Roches feldspathiques.

Syénite.

M. Geinitz (4) a observé des fragments de schiste chlorité qui sont empâtés dans la syénite du Plauenschengrund, en Saxe. Cette

(1) *Comp. rend.*, 1861: LIII, 120.
(2) Delesse. Recherches sur les verres provenant de la fusion des roches. — *Bull. de la Soc. géol.* [2], IV, 1380.
(3) *Comp. rend.*, 1861; LII, 1113.
(4) *Sitzungs-Berichte der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden redigirt*, von Dr A. Dreschsler, 1861; 30.

syénite est en outre traversée par de petits filons de granite au voisinage desquels on trouve l'orthite, la polykrase, le malakon; ces minéraux établissent son identité avec la célèbre syénite zirconienne du sud de la Norwége.

Foyaïte.

M. R. Blum (1) a cru devoir nommer foyaïte une roche qu'il regarde comme nouvelle et qui constitue la montagne Foya, dans les Algarves, au sud du Portugal. D'après M. W. Reiss, qui a étudié son gisement, cette roche est traversée par des filons de phonolite. Elle présente un mélange cristallin et grenu d'orthose, d'élœolite (paranthine) et d'amphibole hornblende; l'orthose en forme environ les deux tiers ou même davantage. Sa densité reste comprise entre 2,60 et 2,64; sa structure varie quelquefois très-irrégulièrement. Les minéraux qu'on y rencontre sont le sphène, le mica, le fer oxydulé et la pyrite de fer. D'après les caractères que présente cette roche du Portugal, on voit qu'elle se rapproche beaucoup de la variété de la syénite zirconienne de Norwége qui contient de l'élæolite.

Haüynite.

M. Haidinger (2) a nommé haüynfels, et d'après lui nous appellerons haüynite, une roche nouvelle qui a été trouvée à Balan, près de Ditro en Transylvanie. Elle se distingue tout d'abord par la belle couleur bleue de l'un de ses minéraux, dans lequel M. Ch. de Hauer a reconnu du chlore avec une trace d'acide sulfurique et qui appartient par conséquent à l'espèce nommée sodalite. Certains minéralogistes, notamment M. Rammelsberg, donnent, il est vrai, le nom de sodalite aux variétés de ces minéraux qui sont caractérisées par du chlore; tandis qu'ils réservent le nom d'haüyne, de Nosean, de Lasurstein, de Spinellane pour celles qui contiennent de l'acide sulfurique. M. Haidinger (3) fait observer à ce sujet qu'il est préférable de réunir sous la dénomination générale de haüyne ceux de ces divers minéraux qui ont la couleur bleue: alors on distingue l'haüyne avec chlore, comme celle de Ditro, de Lamö, de Miask, et l'haüyne avec acide sulfurique, comme celle du Vésuve, de

---

(1) *Neues Jahrbuch von Leonhard*, 1861; 426.— Kengott. *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre* 1861; 138.

(2) *Handbuch der Mineralogie*, 527.

(3) *Jahrbuch der K. K. geologischen Reichs Anstalt*, XII, 64.

Niedermendig; enfin, d'après des analyses de MM. Whitney et Jackson, celle de Lichtfield appartiendrait tantôt à l'une et tantôt à l'autre variété. Appelons donc haüyne, avec M. Haidinger, la substance minérale de Ditro. Elle présente une couleur bleu de ciel ou d'azur; de plus elle est fortement translucide, même dans les masses cristallines ayant plusieurs centimètres d'épaisseur. Densité = 2,325; dureté = 5,5.

Indépendamment de l'haüyne, qui en est le minéral caractéristique, l'haüynite contient encore de l'orthose, de la cancrinite, de l'élæolite et de l'oligoclase qui lui donnent des tons blancs, gris, et jaune-rougeâtres; enfin on y trouve aussi, disséminés, un peu d'amphibole noire, de mica, de fer oxydulé, de sphène, de chaux carbonatée. Les caractères minéralogiques de l'haüynite semblent indiquer qu'elle appartient aux roches métamorphiques. Son aspect extrêmement remarquable, sa grande dureté et le beau poli qu'elle prend, ont du reste engagé à créer près de son gisement une usine dans laquelle elle pourra être travaillée comme pierre dure et façonnée en objets d'ornements.

Trachyte.

M. G. vom Rath (1) a fait une étude du trachyte des Sept-Montagnes, près de Bonn, et il a examiné successivement les trois variétés de cette roche qui ont été distinguées sur la carte géologique de M. de Dechen.

— A, le trachyte du Drachenfels contient du sanidine, de l'oligoclase, de l'hornblende, quelquefois du quartz, du sphène, du fer oxydulé, de l'augite, de l'apatite.

— B, le trachyte de Wolkenburg diffère surtout du précédent par l'absence de sanidine; accidentellement il renferme du péridot; ses cavités peuvent contenir de la chaux carbonatée, de l'arragonite, de la chabasie, de la mésotype, de l'hydroxyde de manganèse (manganschaum).

— C, le trachyte de Rosenau ne montre que du sanidine sans oligoclase.

Si l'on compare la teneur en silice de ces trois trachytes, on trouve que celle de C s'élève à 78,9 p. 100, tandis que celle de A est en moyenne de 66, et celle de B de 60,8. Si l'on compare ensuite leur âge, C, le plus riche en silice, est en même temps le plus ancien; A vient ensuite, et B, qui est le plus pauvre en silice, a ter-

(1) *Ein Beitrag zur Kenntniss der Trachyte des Siebengebirges*, von Dr Gerhard von Rath. — Bonn, 1861.

miné les éruptions : c'est ce que montre l'étude des filons de ces trois variétés de trachyte et de leurs conglomérats.

Parmi les conglomérats trachytiques des Sept-Montagnes, il en est qui sont plus récents que le trachyte; d'autres, au contraire, sont plus anciens, et d'après M. Hörner, ce sont même les plus nombreux : ils peuvent d'ailleurs résulter de la destruction du trachyte ou bien d'une éruption spéciale.

Phonolite.

M. Tamnau (1) a observé dans le phonolite d'Aussig les druses déjà signalées par Weiss, dans lesquelles il y a de la natrolite, de l'apophyllite et de la chaux carbonatée. Bien que l'ordre de succession de ces minéraux soit le plus habituellement celui qui vient d'être indiqué, il peut, dans certains cas, être inversé; ainsi l'apophyllite est quelquefois la plus récente; elle repose alors sur la chaux carbonatée qui a cristallisé en prismes hexagonaux et non pas en rhomboèdres.

Hypérite.

A Bergen Hill dans le New Jersey, l'hypérite renferme divers minéraux dans ses cellules, et d'après M. G. Rose (2), voici dans quel ordre ils se succèdent : datholite, chaux carbonatée, apophyllite, analcime. Dans certains échantillons la datholite est recouverte par la chaux carbonatée et par la mésotype ; dans d'autres, au contraire, par la pectolite (stellite). Maintenant la datholite présente les mêmes caractères qu'à Arendal, à Andreasberg et à Foggiana. La chaux carbonatée est en gros rhomboèdres voisins du cube. Il est assez remarquable que l'analcime soit ici le minéral le plus récent, tandis que dans les basaltes et dans les trachytes de la Bohême, il est au contraire recouvert par la mésotype, par l'apophyllite et par la chaux carbonatée. Ces résultats s'expliquent d'ailleurs facilement; car les minéraux qui se développent dans les cavités d'une roche ne sont pas toujours les mêmes et ne ne succèdent pas invariablement dans le même ordre; à plus forte raison doit-il en être ainsi dans des roches différentes.

Timazite.

M. Breithaupt (3) a nommé Timazite une roche qu'il a trouvée sur l'emplacement d'un ancien camp romain (*Timacum minus*)

---

(1) *Zeitschrift d. deut. geologischen Gesellschaft*, XIII, 350.
(2) *Zeitschrift d. deut. Geologischen Gesellschaft*, XIII, 352.
(3) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861; 51.

près de Gamsigrad en Servie. Elle est formée par une pâte pétrosiliceuse ayant une densité égale à 2,707 et une couleur gris de cendre passant plus rarement au vert grisâtre et au vert. Dans cette pâte, il y a des cristaux blancs d'un feldspath anorthose (Tetartin) dont la densité est de 2,610; il y a en outre de l'amphibole noire ayant une densité de 3,119, du mica brun tombac, ainsi que du fer oxydulé et de la pyrite de fer. Une analyse de cette amphibole faite par M. Richard Müller a montré qu'elle contient des alcalis et 6 p. 100 de protoxyde de manganèse; d'après ce dernier caractère, et bien qu'elle ressemble à l'amphibole basaltique, M. Breithaupt pense devoir la considérer aussi comme une variété nouvelle d'amphibole qu'il appelle *gamsigradite*. La Timazite paraîtrait se relier aux montagnes formées de Gabbro qui sont sur la rive sud de la rivière le grand Timok. De la malachite qu'on y observe accidentellement disséminée indique d'ailleurs qu'elle peut être métallifère. M. Haidinger mentionne encore la timazite dans la vallée Kozelnik, au nord de Schemnitz en Hongrie, dans la montagne Hengul et à Bistritz en Transylvanie. Enfin M. Bernhard de Cotta l'a observée en Bukowine, à Vorospatak en Transylvanie, à Nagybanja ainsi que dans d'autres parties de la Hongrie. M. Breithaupt remarque que la timazite n'est pas rude au toucher comme le trachyte duquel elle diffère par son feldspath ainsi que par son amphibole. Il est possible qu'elle se rapproche des grunsteins qui comprendraient alors la diorite, la diabase et la timazite.

Trapp.

M. C. Franke (1) a analysé dans le laboratoire de M. Streng les trapps de la Suède qui présentent des types classiques et bien caractérisés de cette roche.

I — de Hunneberg près de Wenersborg d = 2,99.
II — de Kinnekulle sur le lac Wener. d = 3,00.

	SiO^2	Al^2O^3	FeO	MnO	CaO	MgO	KO	NaO	HO	Somme.
I.	50,58	14,58	14,70	0,04	10,89	6,88	0,79	2,85	1,40	102,71
II.	50,22	14,97	15,76	1,13	10,48	5,76	1,62	2,20	0,70	102,64

Bien que ces trapps soient très-anciens, nous remarquerons que leur composition les rapproche entièrement des mélaphyres et des porphyres à base de labrador dont l'origine est la plus récente. Observons aussi qu'ils contiennent beaucoup de chaux, tandis qu'ils ont peu d'eau et pas d'acide carbonique; ces derniers résultats in-

(1) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861; 285.

diquent bien que l'eau et les carbonates sont réellement originaires dans les trapps; autrement des trapps aussi anciens et aussi riches en chaux que ceux de la Suède devraient être fortement décomposés et renfermeraient des carbonates.

Aérolithes.

Comme les années précédentes, les aérolithes ont encore été l'objet de nombreuses recherches.

Fer météorique.

M. Breithaupt (1) a signalé un fer météorique du poids de 86 kilog. qui avait été trouvé par un paysan à Rittersgrün près de Schwarzenberg, depuis environ 14 ans; il est très-riche en péridot et ressemble beaucoup au fer météorique de Pallas.

L'Exposition de Londres montrait un fer météorique remarquable, qui avait été trouvé à Cranbourne en Australie. Son diamètre, atteignait près de 1 mètre; et sa surface, légèrement ondulée, était couverte sur certains points par une croûte postérieure d'hydroxyde de fer.

Météorite.

MM. R. P. Greg et O. Buchner (2) ont fait connaître la chute de pierres météoriques qui a eu lieu le 14 mai 1861 à Canellas en Catalogne.

Une météorite tombée dans l'État d'Ohio le 1er mai 1860 a été décrite par M. B. Silliman.

La météorite observée le 29 avril 1844 à Killeter en Irlande, dont on possède seulement de très-petits échantillons, a été examinée par M. S. Haughton (3). Sa densité est 3,761. Une croûte noire enveloppe son intérieur qui est gris blanchâtre, à structure cristalline, avec grains métalliques de fer et de nickel et avec pyrrhotine.

Une météorite de San Giuliano Vecchio a été analysée par M. Missaghi (4), et paraît formée d'augite, d'épidote blanche et de péridot verdâtre; elle contient d'ailleurs 14 p. 100 de fer métallique avec nickel.

M. J. L. Smith a encore analysé la météorite tombée le

(1) *Zeitschrift d. deutschen Geologischen Gesellschaft*, XIII, 43.
(2) *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre* 1861; 163 à 170.
(3) *Poggendorff Annalen*, CXIII, 509.
(4) *Nuovo Cimento*, XIII, 272.

5 avril 1855 dans le comté de Lincoln; d'après M. Kenngott (1), cette dernière renferme de l'enstatite, du labrador et très-peu de péridot.

La météorite de Bishopville, dans la Caroline du Sud, a été analysée par M. Rammelsberg (2). Il a reconnu qu'il n'y avait pas lieu d'y admettre l'existence d'un trisilicate de magnésie, comme l'avait proposé M. Shepard; cette météorite doit être considérée comme formée d'enstatite ou de pyroxène magnésien, de péridot et de feldspath.

Enfin M. Haidinger (3) a fait de nouvelles études sur les météorites, notamment sur celles de Saint-Denis-Westrem près de Gand, de Parnallee dans l'Indoustan, de Quenggouk au Pegu et de Dhurmstala dans le Punjab. Cette dernière tomba le 14 juillet 1860; d'après M. Oldham, elle se composait de cinq échantillons dont le plus gros pesait 160 kilog, et elle produisit une très-forte détonation. Une particularité plus remarquable, c'est que, lorsqu'on la prit au moment de sa chute, elle donna une sensation de froid très-prononcée. M. Haidinger a d'ailleurs complété ses recherches sur les météorites en développant des considérations très-ingénieuses par lesquelles il cherche à expliquer leur origine.

ROCHES MÉTALLIFÈRES.

Parmi les ouvrages périodiques de géologie, il en est qui traitent plus spécialement des roches métallifères; nous citerons, par exemple, le Bulletin de la Société de l'industrie minérale publié à Saint-Étienne, le Journal des mines et usines de MM. Bornemann et Bruno Kerl (4) les Études sur les filons et les gîtes métallifères de MM. B. de Cotta et H. Muller (5), l'Ami des Mines (6), la Revue des mines de Madrid (7). Les limites dans lesquelles cette revue doit se renfermer nous permettront seulement d'indiquer les principaux faits relatifs à la composition minéralogique et au gisement des roches métallifères. Nous classerons d'ailleurs les minerais d'après les métaux qu'ils fournissent.

---

(1) *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre* 1861, 163.
(2) *Journal fur Praktische Chemie*, LXXXV, 83.
(3) *Wiener Akad.*, XLII, 9, 301, 307, 389: Kenngott. *Uebersicht der Resultate mineralogischer Forschungen im Jahre* 1861; 169. — *Revue de géologie de* 1860, 105.
(4) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861.
(5) *Gangstudien oder Beiträge zur Kenntniss der Erzgänge*, IV, Heft 1er.
(6) *Der Bergwerksfreund*. Eisleben.
(7) *Revista Minera*.

Aluminium.

Cryolite. — Le créateur de la métallurgie de l'aluminium, M. H. Sainte-Claire Deville (1) a reconnu que la cryolite contient une quantité notable d'acide phosphorique. C'est un fait très-intéressant à constater, puisqu'il nous montre une fois de plus le fluor et le phosphore associés dans un même minéral. Le dosage du phosphore dans la cryolite présente du reste les plus grandes difficultés à cause de la présence de l'alumine; cependant il est assez abondant pour venir brûler vers les parties extérieures de l'appareil dans lequel on fabrique le chlorure double d'aluminium et de sodium. M. H. Sainte-Claire Deville a même retrouvé du phosphore dans l'aluminium du commerce qui avait été fabriqué exclusivement avec la cryolite et il a observé qu'il altérait notablement les propriétés de ce métal. On peut d'ailleurs très-facilement se mettre tout à fait à l'abri de cet inconvénient; car il suffit de préparer l'aluminium avec un autre minerai, la bauxite, qui est heureusement très-répandu dans le Midi de la France (2).

M. H. Sainte-Claire Deville a encore signalé dans la cryolite du Groënland 0.00018 d'acide vanadique; de plus il a retrouvé de petites quantités de ce métal si rare dans divers minéraux alumineux ou ferrifères, notamment dans les argiles, dans la cérite et surtout dans le rutile.

Manganèse.

Pyrolusite. — Un minerai de manganèse de la Cordillerita au Paraguay a été analysé par M. Van Bastelaer (3) :

MnO^2	Mn^2O,HO^3	$2Fe^2O^3,3HO$	Argile.	Baryte.	Somme.
86,77	3,44	1,59	8,08	»	99,82

Ce minerai est en partie amorphe et en partie cristallisé; il a les cavités légèrement tapissées par de l'hydroxyde de fer; c'est de la pyrolusite mélangée avec un peu d'acerdèse, de limonite et avec de l'argile.

---

(1) *Annales de chimie et de physique*; LXI, 340.
(2) *Revue de géologie de l'année* 1860; I, 56.
(3) Du Graty. *La République du Paraguay*, 297.

Fer.

Pyrite de fer. — GARD. — La pyrite de fer est maintenant très-recherchée pour la fabrication de l'acide sulfurique et des produits chimiques; il est donc utile d'en signaler les gisements exploitables, et d'après M. de Ricqlès (1) nous décrirons ceux du département du Gard. Ils s'observent depuis Bessèges jusqu'à Pallières suivant la chaîne de montagnes dont la direction est N.-E.; dans cette région, ils sont particulièrement à la base du lias ou dans l'oolite inférieure. Ils se prolongent d'ailleurs jusque dans les montagnes jurassiques de l'Ardèche qui forment la continuation des Cévennes. Les plus importants de ces gisements sont ceux de Saint-Julien et du Soulier.

La pyrite de fer du Soulier se trouve dans le trias, vers la limite du lias, et sa gangue est siliceuse. A Saint-Jean-du-Pin, elle est encore dans le trias, tandis qu'à Pallières et à Saint-Julien de Valgalgues elle appartient au terrain jurassique.

A Saint-Julien elle forme des masses compactes et très-puissantes qui se trouvent dans l'oolite inférieure, au contact du calcaire à entroques. Vers la partie supérieure du gîte, elle passe insensiblement à un immense amas d'hydroxyde de fer qui est exploité pour les hauts fourneaux de Tamaris; dans sa partie inférieure, elle est au contraire mélangée à la gangue calcaire. Près de la jonction du sulfure et de l'oxyde de fer, la pyrite devient très-tendre et riche en soufre; de plus elle est imprégnée par des infiltrations de sulfate de fer. Tout indique, par conséquent, que le chapeau ferrugineux recouvrant cette pyrite est bien le produit de sa décomposition.

Hématite. — GLAMORGAN. — M. Rogers (2) a analysé un minerai de fer qui provient de Whitchurch, dans le Glamorgan (Royaume-Uni):

Fe^2O^3	FeO	MnO	Al^2O^3	CaO	MgO	SiO^2	KO	NaO	CO^2	SO^3	PO^5
66,54	1,13	1,13	1,75	8,55	1,12	0,31	0,19	0,07	5,73	1,31	1,02

Matière organique.	HO	Résidu insoluble calciné.	Somme.
0,38	2,12	10,36	101,71

Attaqué par l'acide, il laisse un résidu insoluble ayant la composition suivante:

(1) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, VI, 645.
(2) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.

SiO^2	Al^2O^3*	CaO	MgO	KO	NaO	Somme.
8,59	1,04	0,85	0,27	0,23	0,08	11,06

* Avec un peu d'oxyde de fer.

Ce minerai a rempli de petits bassins dans la vallée de Cwm Noddi. Il forme une couche séparée par des lits minces d'argile et intercalée dans le calcaire carbonifère inférieur, vers sa limite avec le terrain dévonien; c'est une hématite calcaire avec nombreux débris de fossiles, spécialement d'encrines.

IMÉRETHIE. — Près du village Tsédis en Imérethie, M. Abich (1) a observé un gîte de fer qui permet de bien saisir les rapports existants entre les roches métallifères et éruptives. Un calcaire qui appartient vraisemblablement à la partie supérieure de la craie repose sur un grunstein avec amygdaloïdes, contenant des cristaux de labrador et de pyroxène. Les deux roches sont séparées par une argile ferrugineuse alternant avec des marnes schisteuses. Bien que le calcaire ne renferme pas de minerai disséminé, on trouve à sa base des fentes ramifiées qui ont été remplies par du fer oligiste compacte et surtout par de l'hématite rouge. Ce minerai, qui forme quelquefois de grandes masses, est d'ailleurs de très-bonne qualité.

Limonite. — Dans un oxyde de fer oolitique provenant du terrain dévonien de la Belgique, M. Phipson (2) annonce avoir trouvé 4 p. 100 de crénate d'ammoniaque. Ce résultat vient à l'appui de ceux qui ont été obtenus en recherchant les matières organiques azotées dans les diverses substances minérales (3).

BAVIÈRE. — Dans le Voigtland Bavarois, près du village de Leimitz, M. Stein (4) a appelé l'attention sur un minerai de fer qui paraît avoir rempli un bassin occupant une surface de 100 hectares. Le minerai consiste en limonite poreuse et très-tendre qui contient quelquefois du fer carbonaté dans ses druses. Sur certains points on observe aussi du fer carbonaté argileux (sphérosiderite) qui est en rognons pouvant atteindre 1 mètre. A la mine Jean de Fer, la limonite forme une couche ayant un peu moins de 1 mètre; elle a pour toit le schiste de la grauwake et pour mur un grunstein.

RUSSIE. — Divers minerais de fer ont été étudiés dans leur gise-

(1) *Mémoires de l'Académie des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.), IX, 423.

(2) *Comp. rend.*, 1861; LII, 975.

(3) Delesse : *De l'azote et des matières organiques dans l'écorce terrestre.* Paris, Dunod.

(4) *Berg und Hüttenmannische Zeitung*, 1861; 41.

G. PINSARD ARCHITECTE AMIENS N°

ment et de plus analysés par M. R. Ludwig (1). Nous mentionnerons spécialement ceux qui suivent :

I. Limonite provenant d'un pseudomorphisme de pyrite de fer et se trouvant sur le calcaire à productus de Kiselowsk en Russie.

II. Limonite provenant d'un gisement analogue au précédent à Wsewolodowski-Prisk en Russie.

III. Minerai de fer oxydé rouge avec carbone, du terrain silurien d'Auval près de Prague.

IV. Limonite brune compacte, montrant quelques empreintes de plantes, formée dans le marais de Iwanawka près Lithwinsk, en Russie ; analysée par M. Ehrich.

	Fe^2O^3	Mn^2O^3	SO^3	SiO^3	Al^2O^3	CaO	HO	C	Somme.
I.	80,4	0,3	4,4	2,5	1,6	»	10,8	»	100,0
II.	79,6	0,4	5,6	1,6	1,4	»	11,4	»	100,0
III.	78,8	»	»	7,9		»	7,0	6,3	100,0
IV.	70,0	»	4,2	2,4	traces.	»	22,3	»	98,9

D'après M. Ludwig, l'acide sulfurique des minerais (I) et (II) doit être attribué à ce qu'ils résultent d'une décomposition de pyrite de fer ; cette pyrite a été oxydée, puis la chaux du calcaire à productus a précipité l'oxydule du sulfate de fer à l'état d'hydroxyde. Quant à la présence du carbone dans le minerai (III), elle tient à ce qu'il est mélangé de débris de plantes. Enfin l'acide sulfurique du minerai (IV) proviendrait des mousses qui croissent dans les marais au milieu desquels il s'est formé.

Fer spathique. — SOMMERSET. — Du minerai de fer carbonaté spathique avait été envoyé à l'Exposition de Londres par M. Rogers (2). Il était blanc jaunâtre et venait des collines de Brendon, dans le Sommerset (Angleterre) ; son analyse a donné :

Fe^2O^3	FeO	MnO	CaO	MgO	CO^2	PO^5	Résidu insoluble.	Eau.	Somme.
0,81	43,84	12,64	0,28	3,63	38,86	traces.	0,08	0,18	100,32

Quand on l'attaque par l'acide, il laisse un résidu insoluble qui est très-faible, puisqu'il pèse seulement 0,08 ; toutefois, ce résidu présente quelque intérêt, car il a été déposé en même temps que le fer spathique et il se relie intimement à son origine : son analyse montre que c'est une argile siliceuse dont voici la composition :

(1) *Geogenische und geognostische Studien auf eine Reise durch Russland und den Ural*, 138, 155, 160, 186, 156.

(2) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.

SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	Somme.
86,95	12,17	2,61	0,58	traces.	102,31

Le fer spathique de Brendon forme un filon irrégulier dans le schiste argileux du terrain dévonien (Old red sandstone). Vers le haut, il est décomposé et changé en oxyde. C'est un minerai très-abondant et qui paraît même avoir été exploité avant l'occupation romaine. D'après M. Rogers, les collines de Brendon seraient le prolongement des montagnes du Siebengebirge en Allemagne et de celles de l'Irlande dans lesquelles on retrouve le même minerai.

Minerais de fer. — NORWÉGE. — MM. Th. Kjerulf et Tellef-Dahll (1) ont continué les études qu'ils ont entreprises sur la géologie de la Norwége en donnant la description des minerais de fer exploités dans les districts classiques d'Arendal, de Noes et de Krageroe. Plusieurs cartes géologiques accompagnent ce travail.

LOMBARDIE. — M. Curioni (2) a publié ses Recherches sur les minerais de fer de la Lombardie dont on connaît la réputation, et il a adopté pour base de leur classification l'âge même des terrrains dans lesquels ils s'exploitent:

1. Minerais ocreux se trouvant dans le Verrucano au milieu duquel ils forment des filons ou de grands amas. Ce sont les minerais qui alimentent le haut fourneau de Premadio près Bormio.

2. Fer spathique en veines et en rognons, également dans le Verrucano.

3. Fer spathique dans le grès rouge triasique qui traverse toute la Lombardie. Ce minerai est très-répandu, mais pauvre; il renferme d'ailleurs peu de manganèse et donne de la fonte grise.

4. Fer spathique des schistes de Werfen. Il est manganésifère, et dans le Val Trompia on en distingue cinq couches.

5. Minerais ocreux de la dolomie du trias dont l'exploitation la plus importante se trouve à Sasso Rancio sur le lac de Côme.

6. Minerais ocreux des schistes de Raibl qui sont inexploités actuellement.

7. Fer oxydulé et limonite qui s'observent à l'est de Bormio et n'ont pas une position géologique bien déterminée.

8. Fer spathique associé à d'autres métaux et serpentant en filons dans le micaschiste.

---

(1) *Om Jernertsernes forekomst ved Arendal, Nœs et Krageroe*, 1861.

(2) *Curioni : Sulla industria del ferro in Lombardia.*

Zinc.

Blende. — On sait que la blende peut maintenant être traitée avantageusement pour en extraire le zinc ; il est donc utile de faire connaître les gisements dans lesquels elle est susceptible d'une exploitation facile. C'est à ce titre que nous signalerons, d'après M. Callon, celui du lac Wettern, en Suède. Il est très-considérable, et la compagnie de la Vieille-Montagne vient d'y ouvrir une vaste mine dont la production s'élève à 40.000 tonnes.

Minerais de zinc. — NORD DE L'ESPAGNE. — Aux environs de Santander, dans le nord de l'Espagne, il existe des gîtes de calamine importants sur lesquels il nous paraît bon d'appeler l'attention.

D'après M. Felipe Bauza (1), à Sommorostro en Biscaye, les minerais de zinc fournis par ces gîtes sont pauvres et ferrugineux; tandis que dans les hauts pics d'Europe appartenant à la chaîne Cantabrique, ils sont abondants et presque entièrement formés de zinc carbonaté. Leur composition minéralogique est d'ailleurs extrêmement variée et ils consistent tantôt en carbonate, tantôt en silicate de zinc. Ils peuvent être légers et pulvérulents; cependant ils sont aussi oolitiques comme à Udrias. Dans les pics d'Europe, leur couleur est blanche et leur structure compacte comme celle de la pierre lithographique. A Reocin ils sont au contraire concrétionnés, cristallins, de couleur bleuâtre, et d'un autre côté, à Penarubia de même qu'à Merodio, leur couleur est verdâtre. Enfin, dans les pics d'Europe, ils sont aussi terreux et de plus imprégnés de cinabre qui leur donne une couleur rouge. A la mine, San-Carlos, le cinabre se montre même en couche de 2 centimètres dans la calamine. Parmi les autres minerais métalliques qui sont habituellement associés à ces minerais de zinc, on doit encore signaler la blende, le plomb sulfaté et carbonaté et surtout l'oxyde de fer.

Nous compléterons ces renseignements par quelques autres que nous devons à M. Bignon (2), ingénieur de la mine de Sama, surtout. Les minerais de zinc du nord de l'Espagne sont alignés suivant deux directions; la première s'étend à peu près E.-O. pa-

(1) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861; 331. — *Revista minera*, XI.

(2) Extrait d'une lettre adressée à M. Alfred Caillaux par M. Bignon, ingénieur de la mine de Sama.— Renseignements donnés par MM. Caillaux et E. Petitgand.

rallèiement à la chaîne Cantabrique, tandis que la deuxième va vers le S.-O. en passant par les pics d'Europe.

1° Considérons d'abord la première direction E.-O.; elle est jalonnée par les mines Florida, Udias, Comillas, Novales, Reocin, Mercadal, Puente Viergo, la Nestosa, Orduna et Durango; les gîtes calaminaires y sont échelonnés depuis la frontière des Asturies jusqu'en Biscaye. Ces gîtes accompagnent invariablement un banc de calcaire dolomitique. Ils forment d'ailleurs des couches dans un calcaire qui appartiendrait au terrain jurassique inférieur ou, suivant M. Bauza, au terrain cretacé, mais qui serait en tout cas près du lias. Entre Florida et Mercadal, voici la coupe des gîtes calaminaires : on trouve à leur base un calcaire bleu qui donne de la chaux hydraulique et sert de repère géologique; puis vient la calamine qui est blanche à la partie inférieure, rouge et terreuse à la partie supérieure; la calamine rouge est ensuite recouverte par la couche de dolomie ou de calcaire magnésien, au-dessus de laquelle on retrouve de nouveau le calcaire avec une bande de grès.

La blende et la galène sont quelquefois mélangées à la calamine au point de rendre les exploitations impossibles sans des travaux spéciaux de séparation; et à la profondeur de 30 ou 40 mètres du sol, plusieurs gîtes ont présenté tantôt des rétrécissements, tantôt une plus grande abondance de sulfures, notamment de blende. Cette blende peut d'ailleurs être d'une pureté et d'une transparence remarquables.

La calamine blanche offre souvent les traces d'un dépôt opéré par les eaux, quelquefois même d'un remaniement ou d'une infiltration postérieure. C'est, en effet, ce qui résulte de son aspect concrétionné et de la structure oolitique qu'elle affecte, notamment à Udias.

De plus à la mine San-Bartolomeo, on a découvert de nombreux ossements, des dents d'éléphant et des bois de cerf qui étaient devenus très-fragiles et qui avaient pris une couleur blanche comme de la neige, par suite de ce qu'ils avaient été complétement imprégnés par des infiltrations de calamine.

2° Maintenant, sur la deuxième direction S.-O., nous trouvons les gîtes calaminaires de Merodio et de Penarrubia, vers la limite des Asturies, ainsi que les travaux de Linarès, Hermida et enfin ceux des pics d'Europe qui sont encaissés dans le calcaire carbonifère. Ils sont associés à un quartzite qui de Merodio à Oceno est visible sur une longueur de 25 a 30 kilomètres. Le minerai de zinc consiste en calamine formant des masses cristallines plaquées sur le flanc sud de ce quartzite; en même temps il présente des agglomérations

plus ou moins épaisses, et atteignant 10 mètres, qui consistent en terres jaunes ou rouges, remplissant, aux environs de la roche quartzeuse, des vides entre les calcaires caverneux. La calamine de ces gîtes est souvent accompagnée de blende, de galène, de carbonate de cuivre vert et bleu, de pyrite de cuivre, de baryte sulfatée et de chaux carbonatée.

Les gîtes de Linarès et de la Hermida présentent la calamine en poches ou en amas dans le calcaire carbonifère; mais cette dernière n'est associée ni à la dolomie ni au quartzite, comme dans les gisements précédents; elle renferme d'ailleurs de la galène et des traces de cuivre.

Dans les pics d'Europe, existent des gîtes puissants dans lesquels la calamine est accompagnée de blende, de galène et même de cinabre, ainsi que nous l'avons déjà fait observer. Malheureusement le rude climat de ces hautes régions est un grand obstacle aux exploitations.

MM. Bignon et Caillaux remarquent d'ailleurs que tous ces gîtes calaminaires si variés qui sont échelonnés depuis les sommités neigeuses des pics d'Europe jusqu'au rivage de la mer Cantabrique, paraissent reliés entre eux par des sources thermales encore existentes; ces sources sont celles de la Hermida, Las Caldas, Puente Viergo, et elles représentent sans doute les derniers vestiges d'un phénomène ancien et plus énergique auquel il faut attribuer la formation calaminaire. En tout cas, par l'ensemble de leurs caractères, les gîtes calaminaires de l'Espagne offrent de grandes analogies avec ceux de la Belgique et de la Silésie (2).

Cuivre.

Cuivre sulfuré. — Rio Tinto. — On sait qu'à Rio Tinto, dans le sud de l'Espagne, et dans toute la province Huelva, il existe des mines de cuivre très-importantes; ces mines ont été explorées récemment par M. Ch. Weltz (1). Elles suivent une zone métallifère qui s'étend à peu près de l'est à l'ouest et qui se prolonge à travers tout le Portugal, d'où elle va se perdre dans l'océan Atlantique. Le minerai est encaissé dans un schiste argileux gris qui passe au micaschiste, et dans lequel il y a souvent des masses de porphyre quartzifère. Il consiste en pyrite de fer accompagnée de cuivre sulfuré. Sa richesse, qui est très-inégale, varie de 1/2 à 30 p. 100. Le cuivre

(1) *Annales des Mines* (4), IV, 271; VI, 213.
(2) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861; 286.

sulfuré forme des veines qui pénètrent la pyrite de fer dans tous les sens; en sorte que la couleur noire du minerai permet déjà d'apprécier assez facilement sa richesse en cuivre. Un peu de galène et de blende se rencontrent accidentellement dans les minerais, mais seulement en très-petite quantité. On a, du reste, constaté, par le traitement métallurgique, que le minerai contient aussi une petite proportion d'arsenic et d'antimoine.

La zone métallifère se reconnaît aisément par son *creston* ou chapeau de fer, lequel résulte de la décomposition de la pyrite et présente plusieurs mètres d'épaisseur. Cette zone atteint une puissance de 70 mètres à Rio Tinto. Elle se retrouve à Huelva où elle est exploitée par une compagnie franco-espagnole. Quant à la longueur sur laquelle on peut la suivre, elle est environ de 50 lieues. Des puits nombreux et d'énormes montagnes de scories témoignent qu'elle a été l'objet d'exploitations très-importantes dans l'antiquité.

Minerais de cuivre.—SANTANDER.—Des mines de cuivre ont été signalées par M. Felipe Bauza (1), à une demi-lieue au nord-est de Reinosa, dans le district de Santander. Trois filons principaux sont parallèles et dirigés O. 25° S., avec un pendage de 80° vers le Sud. La puissance de ces filons est très-irrégulière; ils contiennent du cuivre sulfuré et de la pyrite de cuivre. Leur gangue est le quartz et quelquefois la chaux carbonatée. Ils sont encaissés dans un grès tantôt rougeâtre, tantôt bleuâtre qui appartient à la formation du trias.

LA JAMAÏQUE. — Les mines de cuivre qui sont exploitées à la Jamaïque étaient représentées à l'Exposition universelle par de nombreuses collections et par des plans de mines (2). C'est essentiellement le cuivre sulfuré qui forme le minerai ; mais à Brighton, par exemple, il y a beaucoup de pyrite de cuivre. On trouve aussi du cuivre panaché, notamment à la mine Hope. Enfin ces minerais sulfurés sont encore accompagnés par un peu de carbonates de cuivre. Leur gangue est habituellement le quartz; cependant à Patrick Mekley, Fox River, elle est en partie formée par de la baryte sulfatée.

Le gisement est d'ailleurs assez intéressant; car à Port Antonio, le minerai de cuivre a rempli des fissures et des cavités très-irrégulières dans un calcaire à hippurites et près de son contact avec un porphyre éruptif et métallifère. A Rio Grande, les filons sont encaissés dans ce porphyre lui-même : à l'état normal le por-

(1) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861; 334.

(2) Notes prises à l'Exposition, par M. Delesse.

phyre est vert foncé, très-dur, et présente de nombreux cristaux d'anorthose blanc verdâtre; mais lorsqu'il est décomposé, comme à Brookdale, il devient argileux et prend une couleur gris fauve.

On voit par le gisement du minerai de cuivre de la Jamaïque qu'il a accompagné l'éruption du porphyre et qu'il est postérieur au terrain crétacé.

Grès cuprifère. — SAINT-AVOLD. — Près de Saint-Avold, dans le Hochwald, il existe du minerai de cuivre dans le grès vosgien; son gisement est très-intéressant, et nous allons le faire connaître d'après des visites que nous avons faites à la mine en compagnie de son directeur, M. Simon (1).

Le minerai de cuivre du Hochwald forme vers la limite supérieure du grès vosgien une couche métallifère d'une grande épaisseur. Cette couche ne s'étend pas uniformément sur tout le grès vosgien, mais elle présente des zones allongées qui se dirigent à peu près E.-E.-N. Son inclinaison est de 2 1/2° vers le sud et son épaisseur moyenne atteint 9 mètres; en quelques points, la couche métallifère est exploitable sur toute cette épaisseur; tandis que sur d'autres elle l'est seulement sur 3 mètres dans le haut et 1 mètre dans le bas, en sorte qu'en définitive son épaisseur utile s'élève encore à 4 mètres. La base de la couche consiste en un poudingue quartzeux et riche qui est cimenté par le minerai de cuivre. Le mur sur lequel ce minerai repose présente une ligne brisée ayant la forme de gradins; par suite, il existe une séparation parfaitement nette entre le grès vosgien normal et celui qui est métallifère.

Au toit du gîte, on trouve une argile rouge dont l'épaisseur est irrégulière et varie depuis quelques décimètres jusqu'à 3 mètres. Elle est très-remarquable, car elle contient encore du minerai de cuivre, particulièrement de l'azurite; en outre on y voit des rognons de dolomie jaunâtre, comme ceux que M. Élie de Beaumont a signalés à la limite du grès vosgien et du grès bigarré.

Le minerai de cuivre imprègne le grès vosgien et remplit les interstices de ses grains de quartz qu'il contribue à cimenter. C'est essentiellement de la malachite verte radiée plus ou moins mélangée d'azurite et présentant de petites mouches disséminées dans le grès. De plus il y a de l'hydroxyde de fer brun qui est accompagné d'oxyde noir de cuivre dont la présence se révèle par la couleur verte que prennent les parties ferrugineuses lorsqu'elles ont été exposées pendant quelque temps à l'air. Tandis que la malachite

(1) Notes de M. Delesse.

domine dans le grès, c'est au contraire l'azurite qui domine dans les parties argileuses du grès vosgien.

M. Simon a constaté que le gîte cuprifère du Hochwald est traversé par une faille ayant la direction N.-S. Elle a environ 40 centimètres d'épaisseur, et il importe de remarquer qu'elle contient elle-même du cuivre dans la partie qui coupe la zone métallifère. Son minerai est le même que dans le grès vosgien ; il est riche, et l'oxyde de cuivre ferrugineux y est surtout abondant. De la baryte sulfatée cristallisée tapisse les parois de cette faille et s'observe d'ailleurs dans les parties où elle n'est plus métallifère. Indépendamment de la faille principale qui vient d'être mentionnée, il y en a un grand nombre de petites ; leur direction est également N.-S., et elles sont souvent plus métallifères que le grès vosgien qu'elles traversent.

Le fond sur lequel repose la couche métallifère présente des ondulations qui paraissent influer sur la richesse du minerai. M. Simon a cru remarquer que cette richesse augmente dans les parties hautes, c'est-à-dire au-dessus des selles.

Dès à présent, on a fait à peu près 900 mètres de galeries et la richesse moyenne du minerai est environ de 2 p. 100 de cuivre ; dans quelques mètres cubes elle s'est même élevée accidentellement à 14 p. 100.

Comme le grès vosgien ne contient pas de carbonates, si ce n'est dans la couche argileuse et dolomitique qui le couronne, il est très-facile de dissoudre dans un acide le minerai de cuivre qui s'y trouve disséminé ; à Saint-Avold, on emploie l'acide chlorhydrique pour cette opération, puis, au moyen de fer métallique, on précipite le cuivre à l'état de cément. Cet ingénieux procédé est dû à MM. Rhodius et Renzing ; il a d'abord été appliqué dans les usines de Linz et Stadtberg, et nous l'avons déjà décrit dans une publication antérieure (1) ; il a le grand avantage de permettre le traitement de minerais de cuivre extrêmement pauvres. L'acide sulfurique qu'on employait originairement à Stadtberg y a été remplacé par l'acide chlorhydrique.

Enfin, il importe de signaler l'analogie de ce gîte cuprifère du Hochwald avec celui de Vaudrevange et de plusieurs localités de la Lorraine Allemande (2) ; car, d'après MM. E. Jacquot et Simon, à

(1) Delesse. Traitement du cuivre par cémentation à l'usine de Stadtberg. — *Annales des mines* [4], I, 477.

(2) E. Jacquot. *Notice géologique et historique sur les mines de plomb et de cuivre des environs de Saint-Avold, Hargarten et Sarrelouis*, 1858. — Voir aussi Nicklès : Les mines de cuivre de la Lorraine Allemande : *Mémoires de l'Académie Stanislas*, 1860 ; II, 1.

Vaudrevange, le minerai de cuivre se retrouve avec absolument les mêmes caractères dans la partie supérieure du grès vosgien et il se poursuit d'ailleurs au-dessus de la dolomie jusque dans le grès bigarré.

PERM. — Le minerai de cuivre de Perm en Russie est également un grès cuprifère et sa composition a été déterminée par M. Choubine (1) :

	Cu^2O	VO^3	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	FeO	MnO	CaO	MgO	KO
I.	23,08	»	34,91	3,46	1,23	0,23	tr.	5,78	4,09	0,38
II.	2,50	0,53	53,15	5,24	4,19	0,39	tr.	8,94	5,77	0,84

	S	Matières bitumineuses.	CO^2	HO	Somme.
I.	0,13	4,47	12,66	7,08	97,59
II.	0,59	3,09	9,38	2,90	97,46

Ce grès est essentiellement formé de grains de quartz avec des fragments de roches dures qui sont cimentées par une marne. Il est plus ou moins imprégné de chrysocolle ainsi que de carbonates de cuivre ; il contient encore d'autres minerais de cuivre. Le vanadium s'y rencontre d'ailleurs comme dans le schiste cuivreux de la Thuringe.

COROCORO. — Il en est de même pour le minerai de cuivre de Corocoro qui, d'après M. Kröber, renferme jusqu'à 0,412 d'acide vanadique. Comme le vanadium a été trouvé dans divers minerais de cuivre du terrain permien, M. D. Forbes (2) a exprimé l'avis que le grès de Corocoro doit également être permien.

Mercure.

WALL' ALTA. — Le gîte de mercure de Wall' Alta, commune de Cessio, dans les Alpes Vénitiennes, qui est exploité depuis 1852, a été décrit par M. Trinker (3) et plus récemment par M. Stapff (4). D'après ce dernier ingénieur, le minerai serait en relation avec une roche qu'il nomme porphyre et qui se trouve intercalée entre un grès ou conglomérat et un schiste talqueux sur l'âge desquels on

(1) *Metallurgy*, by Dr John Percy, I, 433. — *Annuaire du journal des mines de Russie*, années 1842, 1845.

(2) *Quarterly Journ. of geol. Society*, XVII, 45.

(3) *Revue de géologie pour l'année* 1860, 68.

(4) *Berg und Huttenmannische Zeitung*, 1861 ; 419.

n'est pas bien d'accord. Quand le porphyre n'est pas décomposé, sa pâte est vert grisâtre ou gris rougeâtre ; il contient du quartz gris, du feldspath rose et du mica noir ; il peut du reste passer au conglomérat et au grès porphyrique, ce qui nous paraît indiquer que c'est une roche stratifiée métamorphique. De ce porphyre, se détache une ramification en forme de coin qui offre d'abord de nombreux débris provenant de la roche elle-même ; puis, à mesure qu'on s'éloigne, apparaissent des fragments de schistes et de grès qui sont fournis par les roches voisines, et enfin du gypse blanc. C'est cette ramification qui constitue essentiellement le gîte métallifère. Le minerai s'y présente en petites amandes ; comme d'habitude, il est à l'état de cinabre et aussi de mercure natif.

Le porphyre qui remplit la ramification de laquelle on vient de parler est décomposé et traversé par du gypse qui se montre peu à peu dans les fissures et d'abord très-subordonné, mais qui finit ensuite par devenir dominant. Il est même probable que le remplissage du gîte métallifère a été produit par ce gypse ; car le cinabre forme des veines et des imprégnations dans ce minéral. C'est d'ailleurs un albâtre blanc ou gris blanchâtre, et ses druses contiennent quelquefois du cinabre cristallisé. Comme les autres gangues du minerai, il renferme fréquemment de la pyrite de fer qui est en rognons, tantôt gros, tantôt petits. Remarquons encore que de fortes efflorescences de sulfate de magnésie se produisent sur toutes les parois de la mine. La longueur moyenne du gîte métallifère semble être de 250 mètres et sa puissance de 20 mètres. Quant à sa richesse en métal, elle est de 3/4 p. 100.

D'après des renseignements qui nous ont été communiqués par M. Haton de la Goupillère, ingénieur des mines, qui a visité le gîte de Wall' Alta au moment où l'on commençait à en reprendre les travaux, le minerai de mercure est également répandu dans le grès. La direction de ce grès est vers 4 heures ; son pendage 50° et sa puissance 15 mètres ; il est imprégné de cinabre et aussi de pyrite de fer. Les schistes qui le recouvrent contiennent eux-mêmes des traces de mercure.

M. Haton considère d'ailleurs Wall' Alta comme le terme extrême d'une série de gîtes métallifères qui jalonnent une longue faille sur laquelle se trouve la mine d'Agordo. Les minerais exploités dans ces gîtes contiennent du cuivre, du plomb, de l'argent, du mercure, et sont par conséquent très-complexes.

Argent.

CHANARCILLO. — Les mines d'argent de Chanarcillo au Chili étant très-importantes, nous allons compléter, par quelques détails nouveaux, les renseignements qui ont été donnés dans la Revue de l'année précédente (1); nous le ferons d'après divers travaux publiés par un ingénieur anglais, M. J. Henwood (2) qui les a visitées à plusieurs reprises, et qui a fait des études intéressantes sur leur gisement ainsi que sur leur exploitation. Ces mines que leur richesse a rendues célèbres sont situées à peu près à 75 kilomètres de l'océan Pacifique et de la ville de Copiapo, chef-lieu de la province Atacama; elles occupent un espace qui n'a pas plus de $2^k,25$ de longueur sur $0^k.75$ de largeur. Leur découverte est récente et remonte seulement à 1832.

Voici, d'après M. W. J. Henwood, quel est le gisement des minerais d'argent à la montagne du Chanarcillo. Considérée dans son ensemble, cette montagne est formée de trois couches principales de calcaire qui sont séparées entre elles par deux couches ou amas de greenstone. Ce greenstone est aussi nommé porphyre, mais, suivant M. Dorsey, ce serait simplement un schiste argileux, sans doute métamorphique. L'inclinaison générale des couches est vers le sud-ouest : elles ne sont d'ailleurs pas parallèles ; car les couches inférieure et supérieure du calcaire sont presque horizontales, tandis qu'il n'en est pas de même de la couche moyenne. Il résulte de ce que nous venons de dire que les épaisseurs des deux couches de greenstone et de calcaire intercalé sont très-variables. En effet, l'épaisseur de la première couche de greenstone varie de 10 à 100 mètres, celle de la couche moyenne de calcaire de 20 à 45 mètres, celle de la deuxième couche de greenstone de 130 à 220 mètres.

Le calcaire a offert quelques rares ammonites, et d'après M. Dorsey, il serait jurassique. A la partie supérieure de la montagne et près de son sommet, on y observe une particularité très-remarquable ; ce calcaire est, en effet, sillonné par un réseau de veines petites et irrégulières, mais très-riches, dans lesquelles il y a des amas d'argent natif et de minerai d'argent.

---

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860, 68.

(2) *Royal geological Society of Cornwall.* — Notice on the Mining district of Charnarcillo in Chili, by William Jory Henwood F. R. S. F. G. S.

Note on subterranean temperature observed in Chili. — Lettres à M. Delesse.

Aussi toute cette partie de la montagne est-elle traversée par des puits ainsi que des galeries étroites et contournées qui serpentent dans toutes les directions et la font ressembler à une ruche. Ce gîte de minerais forme ce qu'on appelle le *manteau :* il est exceptionnel et limité à une petite profondeur au-dessus de la surface; cependant il a donné lieu à une exploitation superficielle qui a permis de réaliser des bénéfices énormes.

Les filons que nous allons étudier maintenant traversent la montagne, y compris le manteau dans lequel ils se répandent, en déviant un peu vers l'est de la position qu'ils ont à la partie inférieure.

Ces filons forment, d'après M. Heenwood, trois systèmes différents. Ils coupent le calcaire et le greenstone en conservant la même inclinaison et la même puissance. Toutefois ils sont incomparablement plus riches dans le calcaire que dans le greenstone; ils deviennent même tout à fait stériles dans cette dernière roche, dans laquelle ils n'ont jamais fourni une once d'argent.

Le filon Colorada, qui est le plus riche de tous, suit une direction N. 20 E. et S. 20° O. Son inclinaison est vers le N.-O.

Le filon Descubridora, auquel son importance assigne le second rang, court à peu près du nord au sud et s'incline vers l'ouest.

Le filon Candelaria a une direction E. 35° N. ou O. 35° S.; il plonge vers le nord ou vers le nord-ouest.

Plusieurs mines ont été ouvertes sur chacun de ces filons. Parmi celles qui exploitent le filon Colorada, on doit signaler les mines Valencia, Esperanca, Colorada, Desempeno, San-Francisquito, Viejo, San-Francisco-Nuevo, Delirio, Constancia, San-Blas, etc. On y rencontre souvent des filons latéraux, s'embranchant sur le filon principal, qu'ils vont ordinairement rejoindre à une certaine distance; c'est par exemple ce qui a lieu pour le filon Waring à la mine Colorada.

Le calcaire supérieur est beaucoup plus épais que le calcaire moyen. Les minerais y sont en masses disséminées plus considérables; cependant pour une même surface le rendement du second calcaire est plus grand que celui du premier.

D'après M. Heenwood, les variations que les filons présentent dans leur richesse sont surtout très-évidentes dans le calcaire moyen. En effet, bien que les deux calcaires aient une couleur gris bleuâtre, on rencontre dans le calcaire moyen une bande de couleur plus foncée, dans laquelle le minerai est beaucoup plus abondant.

Le calcaire inférieur n'a été atteint, par les travaux d'exploita-

tantôt au contraire ils renferment des masses énormes d'argent natif. Ainsi, pendant que M. Henwood était sur les lieux, une masse d'argent pesant plus de 25 kilog. a été extraite de la mine de San-Francisco Nuevo ; on en a même trouvé de plus considérables.

Comme l'observe M. Henwood, le district métallifère de Chanarcillo et celui de Tres Puntas ont une très-grande importance. Il résulte, en effet, du recensement fait par le gouvernement du Chili en 1853 que Chanarcillo occupait déjà 2.911 ouvriers et Tres Puntas 1.724. De plus, la quantité d'argent exportée pendant cette année, soit en lingots, soit à l'état de minerais, peut être évaluée approximativement à plus de 59.000.000 de francs.

Plomb et argent.

L'ARGENTIÈRE. — M. Baudinot (1) a fait connaître le gisement de plomb argentifère de l'Argentière dans le Dauphiné. Le filon est encaissé dans des quartzites dont il recoupe les strates sous un angle presque droit : il plonge sous un angle de 30° à 35° avec l'horizon ; et cette inclinaison anormale paraîtrait indiquer qu'après avoir été rabattu, il s'est écarté davantage de la verticale au moment où les quartzites ont été disloqués. Sa puissance est bien régulière et elle se maintient entre 2 et 3 mètres. Sa gangue, qui est le plus souvent quartzeuse, devient habituellement barytique vers le nord. Le minerai consiste en galène argentifère à grain fin, qui est tantôt massive, tantôt disséminée dans la gangue ; sa teneur en argent dépasse le plus souvent trois millièmes.

VILLEFRANCHE. — Nous signalerons encore, d'après M. Callon, un filon de plomb argentifère qui se trouve près de Villefranche-d'Aveyron, et qui commence à être exploité par la compagnie d'Orléans. La teneur du plomb d'œuvre en argent s'élève à 7 millièmes.

Or.

M. William Birkmyre (2), essayeur à la monnaie de Melbourne, pense que l'or se trouve dans la nature, non-seulement à l'état natif, mais encore à l'état d'oxyde. A l'appui de cette hypothèse, il

(1) *Bull. de la Soc. géol.*, 1860-61. — Réunion à Saint-Jean-de-Maurienne.
(2) *Catalogue of the Victorian Exhibition*, 1861; 186.

cite la présence de l'or dans les cristaux rouges d'oxyde d'étain, et, d'après le docteur Percy, celle du même métal dans de la litharge ainsi que dans de l'acétate de plomb.

PAYS DE GALLES. — M. T. Readwin (1) avait envoyé à l'Exposition de Londres un curieuse collection de minerais d'or provenant du Merionethshire dans le pays de Galles. Ce métal s'y trouve généralement dans des micaschistes verts métamorphiques, désignés sous le nom de schiste talqueux, qui sont rapportés au terrain silurien. L'or est associé à divers minerais métalliques, qui sont la pyrite et l'oxyde de fer, la blende, la galène, la galène argentifère, la pyrite de cuivre et le tellurure de bismuth (tétradymite de Dana). Comme d'habitude, sa gangue est le quartz blanc qui forme des veines pénétrant le schiste argileux silurien ou le micaschiste. Quelquofois aussi il y a de la baryte sulfatée. A Llanaber, dans la mine Clogau, l'or est d'ailleurs disséminé dans de la chaux carbonatée blanche et saccharoïde. Le cuivre est asssocié à l'or et donne même lieu à des exploitations; il y en a notamment à Vigra et à Clogau près de Dolgelley.

MACUGNAGA. — M. Spezia Antonio (2) a exposé un plan et une coupe des veines ou plutôt des couches métamorphiques qui contiennent le minerai d'or à Pestarena de Macugnaga. Transversales à la vallée au fond de laquelle coule l'Auza, elles présentent une série d'ondulations qui sont à peu près parallèles entre elles ainsi qu'à la schistosité du terrain. Le minerai à exploiter est de la pyrite de fer qui renferme de l'or ainsi que des traces d'argent, de cuivre, de plomb, d'antimoine, d'arsenic. La gangue est formée de quartz. Quant à la roche encaissante, c'est un schiste micacé d'une dureté médiocre. L'épaisseur des veines aurifères est très-variable; tantôt elles sont microscopiques, tantôt, au contraire, elles ont plus d'un mètre. La richesse moyenne du minerai serait assez élevée.

NOUVELLES GALLES DU SUD. — Plusieurs documents relatifs au gisement et à l'exploitation de l'or en Australie ont déjà été publiés par les *Annales des mines* (3), et nous allons indiquer ici quelques résultats nouveaux qui ont été mis en relief par l'Exposition de Londres (4). Nous signalerons d'abord une série de coupes représentant, à l'aide des échantillons eux-mêmes, les principales ex-

(1) Notes prises à l'exposition par M. Delesse.

(2) *Coltivazione delle miniere aurifere in Pestarena di Macugnaga del* Spezia Antonio, 1862.

(3) Delesse. *Annales des mines* 1853; III, 185 : Sur le gisemen et sur l'exploitation de l'or en Australie.

(4) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.

ploitations d'or qui ont été entreprises dans les terrains de transport de la Nouvelle-Galles du Sud. Comme exemple, nous citerons la coupe suivante que nous avons dressée d'après les échantillons envoyés de la rivière Sidney-Flat-Rocky, par M. Ward :

	mèt.
Terre végétale brun noirâtre	0,68
Argile brune	0,60
Basalte globuleux et grisâtre en partie altéré	8,10
Basalte en masse, gris noirâtre, avec péridot	9,90
Argile bleue grisâtre avec scories, métamorphosée au contact du basalte qui la recouvre	1,05
Argile jaune d'ocre, magnésienne, un peu schistoïde	1,50
Tuf formé de débris de roches noirâtres et basaltiques	0,15
Sable quartzo-argileux gris jaunâtre	0,90
Argile brun noirâtre, ligniteuse	1,05
Grès argileux jaunâtre, friable et à grain fin	1,05
Variété du grès précédent avec de l'or en poudre impalpable	1,20
Gravier quartzeux jaunâtre aurifère	0,75
Gros gravier argileux, très-aurifère	0,75

Le fond de la mine est formé par un granite décomposé dont la partie supérieure est elle-même très-aurifère sur une épaisseur de $0^m,23$.

Cette coupe fait bien voir que, dans ce gisement, le minerai d'or est surtout concentré dans le gros gravier inférieur, celui qui repose immédiatement sur la roche de fond. Il faut remarquer aussi que le terrrain de transport qui renferme l'or est recouvert par des nappes de basalte bien caractérisées, et par du tuf basaltique ; il est recouvert également par de l'argile avec débris végétaux ; par conséquent sa formation est plus complexe que celle du terrain diluvien proprement dit, et elle peut d'ailleurs remonter à une époque antérieure.

D'autres roches aurifères appartiennent même à des terrains de transport d'une époque très-ancienne ; car, M. Keene a trouvé à Diamonds-Creek un grès brunâtre qui renferme des paillettes d'or disséminées et en outre beaucoup d'empreintes végétales accusant une flore terrestre ; or, d'après M. Keene, ce grès se serait formé sur la terre ferme pendant que la mer paléozoïque déposait le calcaire à favosites ; en sorte qu'il serait extrêmement ancien.

VICTORIA. — MM. Selwyn et R. Brough Smyth (1) ont fait des recherches sur le gisement, sur l'âge et sur l'exploitation de l'or dans la colonie Victoria en Australie.

L'or s'y présente dans deux gisements très-différents, suivant

(1) Selwyn. *Geology of the Colony of Victoria.* — R. Brough Smyth. *Mining and statistics of gold of the Victorian.* — *Catalogue of the Victorian Exhibition*, 1861 ; 79, 150 et 160.

qu'il est en place ou dans des dépôts remaniés. D'après M. Selvyn on le trouve en place dans le terrain silurien, et il accompagne des veines de quartz dont l'épaisseur peut être très-faible ou bien dépasser un mètre. Leur direction est le plus souvent vers le sud et elles plongent, soit à l'est, soit à l'ouest, suivant des angles qui varient de 0° à 90°. Accidentellement elles sont intercalées entre les plans des couches, plus souvent encore entre les joints de clivage; mais elles peuvent cependant les couper tous deux. Les veines les plus puissantes et les plus régulières sont à la base du terrain paléozoïque; cependant une plus grande proportion du métal se rencontre dans les veines généralement plus minces qui pénètrent le silurien supérieur. Les minéraux qui accompagnent l'or sont, indépendemment du quartz, la pyrite de fer, l'oxyde de fer, l'oxyde noir de manganèse, quelquefois encore un minéral très-rare, le carbonate de bismuth. D'après M. Dana (1), ce dernier se retrouve également dans les gîtes aurifères de Chesterfield, dans la Caroline du Sud.

Enfin, à Melvor, il y a encore de l'antimoine sulfuré en veines qui atteignent une grande épaisseur et qui sont même exploitées.

Jusqu'à présent l'exploitation d'or la plus profonde n'a pas dépassé 150 mètres. On n'a d'ailleurs pas trouvé ce métal dans les schistes micacés et talqueux sur lesquels repose le terrain silurien.

Considérons maintenant les gîtes de la colonie Victoria dans lesquels l'or a été remanié par les eaux. Il est alors accompagné par du fer oxydulé titané, par du quartz, et aussi par de l'oxyde d'étain, de la topaze, du zircon brun rouge et du corindon saphir.

Comme, les dépôts auxquels l'or appartient ne se montrent pas associés à des couches contenant des fossiles marins, leur âge est, par cela même, assez difficile à déterminer. Ils n'existent pas dans des couches inférieures au terrain tertiaire; mais d'un autre côté on ne sait pas qu'elle est l'époque du terrain tertiaire pendant laquelle ils ont commencé à se produire. Dans quelques districts, les dépôts aurifères alternent avec des roches volcaniques qui sont composées de trachydolérites, de basaltes, de porphyres trachytiques; ces dépôts sont regardés comme les plus anciens et à leur partie inférieure l'or se trouve généralement dans un gravier quartzeux, très-roulé qui repose sur les roches palæozoïques.

Voici un exemple pris à Ballarat qui nous montre, comme dans la Nouvelle Galles, plusieurs nappes de basaltes recouvrant le dépôt aurifère.

---

(1) Dana. *System of mineralogy*, II, 462.

	mèt.
Terre végétale	0,60
Basalte et argile	3,00
Basalte	16,20
Argile	11,10
Basalte	23,70
Argile	13,80
A reporter	68,40

	mèt.
Report	68,40
Basalte	13,50
Argile noire	3,60
Argile brune	4,80
Terrain de transport et gravier	2,10
Boue aurifère qui est soumise au lavage	3,30
Total	95,70

M. Selwyn admet pour Victoria trois dépôts aurifères distincts qui seraient en relation avec les dernières oscillations du sol; il les rapporte au pliocène inférieur, au pliocène supérieur, au post-pliocène, et il a même cherché à représenter leurs limites sur une carte géologique. Les trois dépôts peuvent d'ailleurs exister dans la même localité et de plus être traversés par un même puits. L'épaisseur du pliocène inférieur ne dépasse pas 110 mètres, et c'est dans le fond qu'on trouve la plus grande richesse. On n'a pas encore observé directement la relation des dépôts aurifères appartenant au terrain tertiaire supérieur avec les sables, les argiles et les calcaires du miocène et du pliocène. Lorsqu'on a pu les suivre, on a toujours reconnu qu'ils plongent au-dessous du niveau actuel des eaux, tantôt dans une direction, tantôt dans une autre.

Des renseignements statistiques très-curieux sont encore donnés par M. Brough Smyth relativement à l'exploitation de l'or dans Victoria.

On peut estimer à 45.000 kilomètres quarrés la surface dans laquelle il existe des gîtes d'or, soit originaires, soit remaniés, qui seraient susceptibles d'être exploités. Si l'on a égard au petit nombre de mines d'or ouvertes jusqu'à présent et à la faible profondeur qu'elles ont atteinte, il est permis de croire que ces mines deviendront une source permanente de richesse pour la colonie Victoria et que leur production pourra, non-seulement se maintenir, mais encore s'augmenter. C'est aussi la conclusion à laquelle M. l'ingénieur Laur est arrivé dans les études intéressantes qu'il a faites sur les gîtes aurifères de la Californie.

Autres gisements. — Parmi les particularités dignes d'être mentionnées que montrait l'Exposition de Londres, nous ajouterons que dans la Nouvelle-Zélande, à Aorere, l'or se trouve associé à de l'osmiure d'iridium.

Aux rapides de la Chaudière, paroisse Saint-François, sir William Logan et la Commission géologique du Canada ont signalé de l'or qui est associé à la blende, à la galène, aux pyrites de fer arse-

nicale, magnétique, cubique, au quartz et à la dolomie; cet or se trouve dans un filon ayant $0^m,60$ à 1 mètre d'épaisseur, qui est encaissé dans le silurien inférieur.

Enfin des gîtes aurifères ont encore été signalés dans le comté Madison, vers le sud du Missouri, par M. le docteur Al. Koch (1); ils commencent à une centaine de milles de Saint-Louis et paraissent s'étendre jusque dans l'Arkansas.

Minerais divers.

Barcelone. — Les gîtes métallifères des districts miniers des environs de Barcelone ont été décrits sommairement par M. Bauza (2) Ces gîtes, qui sont très-variés, fournissent le fer, le cobalt, le nickel, le cuivre, le bismuth, le plomb, l'argent, l'or.

Dans la province de Tarragone, on extrait le fer à l'état de limonite, d'hématite et quelquefois de fer spathique.

A Selva, on exploite la pyrite de fer avec quartz et spath calcaire renfermant de l'argent natif capillaire dû à la décomposition de la pyrite; on y trouve encore du chlorure d'argent et de l'iodure d'argent. La gangue renferme de la pyrite sulfatisée ainsi que de la chaux carbonatée spathique imprégnée d'oxyde de fer. Ce gîte se trouve dans le terrain silurien qui a été modifié par des diorites et par des porphyres feldspathiques.

Dans la province de Girone, l'or existe en très-petite quantité dans des filons de quartz qui sont parallèles à des filons de porphyre et encaissés dans les schistes paléozoïques de San-Miguel de Culeva.

Dans la vallée de Rivas, on trouve des pyrites arsenicales aurifères, des filons antimonieux, cuivreux, plombeux, argentifères et des mines de fer dont l'une donne même de l'argent; c'est notamment ce qui a lieu à la mine Cassandra dans laquelle on exploite du minerai de fer argentifère avec cuivre gris. Le terrain encaissant correspond au groupe silurien inférieur; il est composé de schistes argileux, de quartzites et de calcaires s'appuyant sur le terrain métamorphique au nord de Rivas.

A Espinabel, on exploite du sulfure de zinc et de bismuth argentifère, accompagné de molybdène sulfuré, et se trouvant dans une roche plutonique avec grenats qui traverse le granite.

---

(1) *Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, redigirt, von Dr A. Drechsler, 1861; 33.

(2) *Informe de la visita verificada al distrito minero de Barcelona.* — Madrid, 20 de abril de 1861. — Felipe Bauza. *Revista minera*, tom. XII, nos 270, 271, 272, 273, 274. (Extrait pour cette revue de géologie par M. Ed. Collomb)

A Basagoda, dans le granite et près de son contact avec le terrain métamorphique, on trouve un gîte de plomb sulfuré avec zinc et antimoine.

A San-Julian del Llor, des filons verticaux de galène sont enclavés dans le terrain métamorphique et mêlés de sulfures de zinc et d'antimoine; vers l'affleurement la partie essentielle des filons est composée de fer hydraté qui est accompagnée de plomb phosphaté ainsi que de plomb carbonaté.

A Anglès, même genre de filons entre des schistes micacés et des quartzites; gangue de baryte sulfatée. Dépôts d'oxyde de fer hydraté dans les schistes siluriens qui sont en contact avec le granite.

Dans le val d'Aran, galène et blende également dans les schistes siluriens en contact avec le granite.

A Cierco, galène antimoniale avec gangue de baryte sulfatée dans un filon qui est enclavé dans le granite passant à la syénite.

A Monros, Martinet, Vilach, Ansoveli, Folorin, plusieurs gîtes de pyrite de cuivre avec cuivre gris et de limonite sont enclavés dans les schistes argileux du terrain silurien.

Dans la chaîne de montagnes qui court parallèlement à la côte depuis l'embouchure du Ter jusqu'à Castell-Fells, un grand nombre d'affleurements plombeux et cuivreux se trouvent dans le terrain paléozoïque qui constitue ces montagnes; ce terrain appartient soit au silurien supérieur, soit au dévonien, et il est accompagné de granite ainsi que de porphyre.

A Mola, filons de galène non argentifère, dans le porphyre feldspathique qui constitue la roche prédominante de la localité; la galène est accompagnée de minerai de cuivre, de baryte sulfatée, de blende et d'oxyde de fer.

A Alforja, Bellmunt, Mola, Albiol, Poblet, etc., il existe encore de nombreux filons et des veines irrégulières de minerai de cuivre qui sont encaissées dans le porphyre feldspathique ou dans le granite.

Ile de Sardaigne. — Si bien étudiée déjà par M. le général A. de la Marmora, l'île de Sardaigne vient de l'être encore par M. Marchese (1), qui s'est spécialement occupé de ses gîtes métallifères. M. Marchese jette d'abord un coup d'œil rétrospectif sur les travaux exécutés par les anciens pour exploiter l'argent et d'autres métaux dans l'île de Sardaigne; puis il décrit la méthode employée aujourd'hui pour le traitement des scories anciennes qui fournissent encore des quantités importantes de plomb.

(1) *Cenno sulle ricchezze minerali dell' isola di Sardegna.* — Cagliari, Timon, 1862, 97 p., in-8. (Extrait par M. Collomb.)

Les gîtes métallifères de la Sardaigne, actuellement exploités, sont principalement ceux de plomb argentifère ; ils constituent des filons qui coupent les schistes siluriens parallèlement à leur limite avec le granite et dans son voisinage. Parmi ces filons nous signalerons celui de Montevecchio, dont les affleurements se montrent au jour sur une étendue de plus de 10 kilomètres. Du reste il existe encore dans l'île de nombreux filons de fer oxydulé, de fer oligiste, ainsi que des mines de cuivre, de manganèse et d'antimoine qui commencent à devenir l'objet d'exploitations sérieuses.

Hongrie et Transylvanie. — M. B. de Cotta a complété ses recherches sur les gîtes métallifères de la Hongrie et de la Transylvanie (Siebenbürge) (2). Une description très-complète des minéraux trouvés jusqu'à présent dans ces gîtes a été faite par l'un de ses compagnons de voyage, M. de Fellenberg, et M. B. de Cotta résume ainsi les résultats de ses observations :

La longue chaîne des Karpathes septentrionales, qui est presque entièrement formée de roches sédimentaires, se distingue par une grande pauvreté en minerais métalliques, et ceux de fer sont à peu près les seuls qu'on y rencontre. Les ramifications méridionales des Karpathes sont au contraire très-riches, et des roches éruptives nombreuses leur donnent d'ailleurs une constitution géologique variée. Les schistes cristallins, la grauwake, le trias, le terrain jurassique, crétacé et tertiaire y sont traversés par des granites, des syénites, des grunsteins, des porphyres, des trachytes et des basaltes. On y exploite de l'or, de l'argent, du cuivre, du plomb, du cobalt, du nickel, du mercure, de l'antimoine, du fer, qui se trouvent en couches, en filons, en amas ou en imprégnations. Parmi les gîtes métallifères les plus intéressants, il convient de signaler les filons qui sont en relation avec les trachytes et les grunsteins de la période tertiaire, comme ceux de Schemnitz, Kremnitz, Nagybánya, Felsöbánya, Kapnik, Olahláposbánya, Offenbánia et Nagyág ; on peut y ajouter ceux de Vöröspatak, qui sont à peu près de même âge, car bien qu'ils ne soient pas en relation avec les mêmes roches, ils sont enclavés dans le domaine du trachyte.

Les trachytes de Hongrie et de Transylvanie diffèrent dans leur composition minéralogique de ceux des bords du Rhin et de la France ; car l'orthose y est presque exceptionnel, et le plus souvent ils contiennent de l'anorthose. Ils comprennent des porphyres tra-

(1) *Gangstudien oder Beiträge zur Kenntniss der Erzgänge*, herausgegeben von B. von Cotta und H. Muller ; IV, 1re livraison, 1861 ; 1.

(2) *Revue de géologie pour l'année* 1860 ; I, 78.

chytiques et une sorte de grunstein, de laquelle nous avons parlé précédemment, et qui a été nommée timazite par M. Breithaupt (1). Cependant ils sont associés avec la ponce, le perlite, le basalte, et ils sont de même âge que les autres trachytes; ils traversent et recouvrent l'éocène et peut-être même le miocène.

Les filons métallifères de Hongrie et de Transylvanie ne sont pas liés indistinctement à toutes ces roches trachytiques, mais plus particulièrement au timazite. Quand ils ne se trouvent pas dans cette dernière roche, on les rencontre du moins dans son voisinage: c'est ce qu'on observe à Hodritsch, dans le granite, et près d'Olahláposbánya, dans le grès tertiaire. Il est assez remarquable que ces filons métallifères, qui sont si riches, soient en même temps très-récents; car ils se sont formés après le commencement du terrain tertiaire, et probablement pendant le dépôt des couches miocènes. Leur composition est très-inégale; toutefois, dans la plupart, le quartz est la gangue principale, et, suivant les gisements, il s'y joint du manganèse carbonaté, de la dolomie, de la baryte sulfatée, plus rarement de la chaux carbonatée et du fer spathique. Les minerais sont aussi très-variables avec les localités: près de Schemnitz on trouve l'argent sulfuré, la galène argentifère et l'or dans des pyrites ou dans de l'ocre (zinnopel); près Kremnitz et Nagybánya, l'or natif dans des pyrites; près Felsöbánya et Kapnik, les sulfures métalliques argentifères et aurifères; près Olahláposbánya, la pyrite de cuivre, la galène et la blende contenant de l'or et de l'argent; près Offenbánya et Nagyág, les minerais de tellure aurifères; près Vöröspatak, l'or natif et la pyrite aurifère, qui dans ce gisement paraissent indépendants des roches trachytiques.

Parmi ces combinaisons de minéraux, il en est quelques-unes qui ont une très-grande ressemblance avec celles observées dans les filons d'autres contrées, par exemple, avec les quatre systèmes de filons distingués à Freiberg; toutefois ces derniers remontent, au moins en partie, à une époque géologique beaucoup plus ancienne.

L'association des filons aurifères et argentifères avec le timazite ou grunstein trachytique présente, comme on l'a déjà dit, une exception remarquable près de Vöröspotak; car ces filons paraissent dépendre d'une roche éruptive très-quartzeuse qui serait plus ancienne, bien qu'elle ne remonte pas au delà du terrain tertiaire. C'est dans ce district aurifère de Transylvanie, qu'on rencontre d'ailleurs les minerais rares et bien connus de tellure qui sont si riches en or;

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1861; II, 93.

fréquemment ils ont rempli de petites failles, mais ils accompagnent aussi les filons aurifères.

La grande puissance de plusieurs des filons de la Hongrie et de la Transylvanie mérite d'être signalée spécialement. Elle s'explique d'ailleurs par cette circonstance que là, comme dans d'autres districts métallifères où l'on observe le même fait, ces filons sont surtout remplis par les débris de la roche encaissante, qui sont généralement décomposés. Ainsi, près de Schemnitz, les parties dans lesquelles les filons paraissent atteindre une grande puissance ne sont en réalité que des brèches à ciment métallifère.

Il est encore remarquable qu'à Nagybánya et à Felsöbánya les filons qui sont très-larges traversent des montagnes entières et conservent le même caractère au-dessus de leur base. D'après cela, M. B. de Cotta regarde comme vraisemblable qu'au moment du remplissage de ces filons, les vallées étaient moins profondes qu'actuellement et les montagnes au contraire plus élevées; en sorte que les filons exploités maintenant auraient été engendrés à une plus grande profondeur au-dessous du sol.

Les gîtes métallifères associés au trachyte sont de beaucoup les plus importants dans la chaîne sud des Karpathes; parmi les autres, M. B. de Cotta mentionne spécialement Herrengrund, où le gypse grenu présente un amas qui contient de la pyrite de cuivre ainsi que du cuivre gris, et dans lequel du granite se trouve intercalé. A Offenbánya les minerais sont dans un calcaire grenu qui est lui-même enveloppé par des masses de porphyre.

Si l'on cherche à classer ces gîtes métallifères en réunissant ceux qui ont la même composition minéralogique, il est assez difficile d'y établir des divisions bien tranchées; voici toutefois celles que propose M. B. de Cotta:

1. Quartz et fer spathique, quelquefois aussi dolomie, chaux carbonatée, baryte sulfatée ou gypse avec cuivre gris, pyrite de cuivre, pyrite de fer ainsi que galène et blende. (Herrengrund, Altgebirge, Libethen.) Dans quelques gisements, il y a même des minerais de mercure, comme à Kotterbach, ou bien des minerais de cobalt et de nickel, comme à Dobschau.
2. Quartz avec antimoine sulfuré, or natif et pyrites aurifères (Bösing).
3. A la formation précédente se relient d'autres gîtes qui sont souvent argentifères et qui ont une composition plus variée, tels que ceux d'Hodritsch, Kremnitz, Schemnitz, Nagybánya, Felsöbánya, Kapnik, Olahlaposbánya, Zalathna.
4. Les filons de tellure aurifères d'Offenbánya, Nagyág.
5. Vöröspatak. } Ces deux derniers gîtes ont encore moins de rapports entre
6. Rézbánya. . } eux qu'avec les gîtes précédents.

MODIFICATIONS DES ROCHES.

Considérons maintenant les différentes altérations ou modifications qui ont été éprouvées par les roches, qu'elles résultent du pseudomorphisme, de phénomènes de décomposition ou bien du métamorphisme.

PSEUDOMORPHISME.

Amphigène.— M. le professeur C.-F. Naumann a signalé des cristaux pseudomorphiques très-remarquables qui se présentent sous la forme de l'amphigène et proviennent de Böhmish-Wiensenthal. Ces cristaux (I) ont été analysés par M. Bergemann et la pâte (II) qui les enveloppe par M. Rammelsberg (1). Cette dernière est gris jaunâtre, grenue, un peu poreuse et parsemée d'hydroxyde de fer; elle s'attaque assez fortement par l'acide chlorhydrique en laissant un résidu de 85,25:

	SiO^2	Al^2O^3	BaO	MgO	KO	NaO	HO	Limonite.	Somme.
I.	60,46	22,11	»	1,22	13,53	0,52	0,64	2,75	101,23
II.	53,27	20,30	0,28	0,56	11,06	traces.	4,11	9,62	99,20

M. Rammelsberg observe que si l'on retranche la limonite ou l'hydroxyde de fer qui est mélangé, on trouve à peu près la même composition pour les cristaux et pour la pâte. Il pense que l'amphigène a été changé en feldspath orthose, auquel se serait d'ailleurs mélangée une petite quantité d'argile.

Production de pseudomorphoses. — Plusieurs savants ont cherché à reproduire dans le laboratoire les pseudomorphoses que nous offre la nature. M. Kuhlmann (2) a opéré en dirigeant diverses combinaisons gazeuses, et notamment celles de l'hydrogène avec les métalloïdes, à travers des tubes de verre contenant des oxydes ou des sels métalliques naturels et cristallisés. Les expériences ont eu lieu tantôt à froid, tantôt à chaud; elles ont été variées en faisant intervenir successivement les acides sulfhydrique, chlorhydrique, iodhydrique, bromhydrique, les hydrogènes sélenié, phosphoré ou arsénié. De cette manière M. Kuhlmann a pseudomorphosé le plomb carbonaté en chlorure, iodure, arséniure et phosphure de plomb. Le cuivre carbonaté et le cuivre oxydulé na-

(1) *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1860; 61, XIII, 97.
(2) *Comp. rend*; LII, 1283.

tifs ont également été pseudomorphosés en cuivre sulfuré. La transformation progresse successivement de l'extérieur vers l'intérieur.

DÉCOMPOSITION.

Il existe visiblement une connexion très-étroite entre la décomposition des roches et le métamorphisme; nous allons nous occuper d'abord de la décomposition en choisissant spécialement quelques exemples dans lesquels elle soit caractérisée par la formation de diverses substances minérales.

Sulfates. — Dans le terrain houiller de la Nouvelle-Galles du Sud, l'alun et le sulfate de magnésie imprégnent, soit le grès carbonifère inférieur, soit les schistes bitumineux. M.W. Keene (1) en signale notamment à la rivière Paddy et il y en a aussi à Piper Flat. Le gisement de ces sulfates est assez intéressant; car il semble bien indiquer qu'ils proviennent d'une décomposition des pyrites du terrain houiller, par suite de laquelle ses roches argileuses et magnésiennes, notamment son écume de mer, auraient été attaquées par de l'acide sulfurique.

Argile. — Dans une argile résultant de la décomposition du basalte de Godesberg près de Bonn, M. Pagels (2) a trouvé:

SiO^2	Al^2O^3	MgO	KO,NaO	HO	Somme.
46,547	37,507	0,541	0,844	12,254	99,724

La proportion d'alumine et d'eau que renferme cette argile est visiblement très-supérieure à celle du basalte originaire, tandis que la silice a notablement diminué et que la magnésie et les alcalis ont presque entièrement disparu. Il est surtout remarquable qu'il n'y ait plus traces de chaux ni d'oxyde de fer; ce résultat paraîtrait en désaccord avec les recherches d'Ebelmen d'après lesquelles la décomposition de silicates alumineux et ferrugineux donne toujours une argile plus ou moins colorée.

Il faut observer cependant que quand l'altération est très-complète, il devient assez difficile de constater quelle est la roche originaire; et dans le cas particulier que nous examinons, on peut se demander si cette roche est bien réellement le basalte. En outre on conçoit que la décomposition donne des résultats différents sui-

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.

(2) Von Dechen : *Geognostischer Fuhrer in das Siebengebirge*, 1861; 152.

vant le degré d'avancement du phénomène; quand elle est très-complète, l'oxyde de fer peut lui-même disparaître dans certaines circonstances, et l'argile de Godesberg serait sans doute arrivée à ce terme extrême.

Minerais de fer. — M. R. Ludwig (1) a étudié la décomposition de roches dans lesquelles la proportion de fer va au contraire en augmentant avec l'altération, en sorte que ces roches finissent par devenir de véritables minerais de fer.

A Ritschthal, un schiste dévonien (I_a) renfermant du fer carbonaté s'enrichit en oxyde de fer par suite de la décomposition qu'il subit; il paraît même se métamorphoser en un minerai hydroxydé (II_a) qui a été analysé par O. Dieffenbach.

Près d'Oberscheld (Dillenbourg), on trouve un calcaire dévonien ferrugineux (I_b) avec nombreux débris de crinoïdes, de cyatophyllums, de goniatites; par-dessus lui vient un minerai de fer oxydé rouge (II_b) dans lequel on trouve les têts des mollusques précédents qui sont pseudomorphosés en fer oligiste.

A Volpersdorf, la serpentine (I_c) est en contact avec le terrain houiller, et entre ces roches il y a de la limonite (II_c) qui est accompagnée par des concrétions de silice et par de l'ankérite. Ces deux roches ont été analysées par M. Ziurek.

	Fe^2O^3	FeO	Mn^2O^3	MnO	Cr^2O^3	NiO	SiO^3	Al^2O^3	CaO	MgO	CO^2	C	HO.	Somme.
Ia.	»	21,82	»	»	»	»	50,46	9,35	5,63	2,04	10,12	0,28	»	99,70
IIa.	36,43	»	tr.	»	»	»	41,45	7,20	3,78		»	»	11,14	100,00
Ib.	23,50	»	»	0,77	»	»	13,51	3,22	32,46	»	26,54	»	»	100,00
IIb.	63,22	»	1,10	»	»	»	25,58	4,30	3,25	»	2,55	»	»	100,00
Ic.	»	10,41	»	1,35	tr.	tr.	42,01	0,68	3,02	30,11	»	»	12,41	99,99
IIc.	22,88	3,30	»	»	3,48	0,39	60,71	2,34	0,64	0,16	»	»	6,10	100,00

Lorsqu'un minerai se présente sous la forme d'un autre, on est bien certain que ce dernier a été décomposé; il en est encore de même lorsque le têt calcaire d'un mollusque se trouve changé en oxyde de fer; mais, en l'absence d'un caractère semblable et aussi net pour les roches, il est beaucoup plus difficile de démontrer qu'elles proviennent réellement d'une décomposition. A Volpersdorf, par exemple, M. Ludwig suppose que la serpentine a été décomposée par de

(1) *Geogenische und geognostische Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural*, 153, 155.

l'acide carbonique et par de l'oxygène ; qu'alors les hydrosilicates constituant la serpentine ont donné de l'hydroxyde de fer, ainsi que des carbonates de chaux et de magnésie, tandis que la silice aurait été mise en liberté. Cette hypothèse n'est peut-être pas suffisamment établie : il est bien vrai qu'elle semble légitimée par le passage insensible de la serpentine à la limonite; cependant nous objecterons, que l'explication des faits pourrait être toute différente; elle deviendrait notamment beaucoup plus simple si l'on admettait que la limonite et l'ankérite sont d'une formation contemporaine à celle de la serpentine.

Pour le minerai d'Oberscheld, la transformation du calcaire qui forme le têt des mollusques en sesquioxyde de fer est incontestable et l'analyse montre de plus qu'elle a été accompagnée d'une introduction de silice ; mais alors ce phénomène est analogue à celui qu'on observe en France dans les mines de fer de Thostè; or il paraît devoir s'expliquer, moins par une décomposition proprement dite que par une pénétration d'eaux minérales et ferrugineuses qui, dissolvant le carbonate de chaux, l'auraient remplacé par de l'oxyde de fer.

MÉTAMORPHISME.

Naphte et grès calcaire. — Sur les bords de la mer Caspienne, le naphte se recueille dans le fond de puits ayant 25 mètres de profondeur qui sont percés dans un grès calcaire. M. Abich a constaté que ce grès est altéré d'une manière très sensible ; car il se transforme en un sable jaune verdâtre qui est imprégné de naphte. A une profondeur plus grande, la roche passe même à une masse visqueuse de couleur vert foncé. Des essais du grès normal (I) et du grès décomposé pris à une profondeur d'environ 11 mètres (II) ont été faits par M. Maurice Gottfriedt (1) :

	I.	II.
Résidu insoluble dans l'acide	58,74	79,14
Carbonate de chaux	27,50	7,58
Carbonate de magnésie	7,75	0,74
Alumine	1,63	5,66
Oxyde de fer	1,90	
Perte au feu	9,07	

(1) *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.). IX, 17.

La comparaison de ces résultats montre bien que le naphte métamorphose la roche originaire et que par son contact prolongé, il dissout la plus grande partie de ses carbonates. Ce résultat s'expliquera d'ailleurs facilement, si l'on observe qu'il y a de l'acide carbonique dans les gaz combustibles qui accompagnent le naphte.

Houille changée en coke. — Une collection envoyée à l'Exposition de Londres par M. W. Keene (1), et provenant des houillères de la Nouvelle-Galles du Sud, montrait bien clairement le métamorphisme éprouvé par les combustibles au contact des roches d'origine ignée. On y voyait de la houille ayant une structure prismatique qui était manifestement altérée jusqu'à une distance de quelques décimètres du contact. Quelquefois elle avait été métamorphosée en coke, mais seulement sur une épaisseur de quelques centimètres. Généralement elle était devenue dure, poreuse, très pesante, et l'on y distinguait des veines irisées. De l'hydroxyde de fer l'avait imprégnée de la manière la plus intime, surtout suivant ces veines. Les cavités du coke contenaient d'ailleurs de petits cristaux blancs de chaux carbonatée. Il est donc bien visible que ce métamorphisme de la houille a été produit par la chaleur accompagnée d'infiltrations calcaires et ferrugineuses (2).

Schistes métamorphiques. — Depuis longtemps les phénomènes de métamorphisme des environs de Christiania ont appelé l'attention des géologues et particulièrement celle de M. Keilhau. Dans un voyage qu'il a fait en Norwége, M. G. Von Helmersen (3) s'en est également occupé et les roches métamorphiques qu'il a recueillies ont été analysées par M. le colonel Iwanow.

A Schiste durci qui est en contact avec une diorite à Christophersen Löcke.
B Schiste durci, de couleur noire, avec un peu de mica, d'Asker.
C Schiste durci, de couleur verte, qui paraît dériver peu à peu du précédent et qui borde le granite d'Asker.

	SiO^2	Al^2O^3	Fe^2O^3	CaO	MgO	KO	NaO	HO	Somme.
A	62,81	18,00	4,00	traces.	1,51	6,36	1,51	6,36	100,55
B	55,82	17,00	15,00	1,68	0,62	3,45	1,37	5,10	100,04
C	47,08	19,16	18,50	2,24	2,63	3,24	1,84	5,08	99,77

(1) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(2) Delesse. *Études sur le métamorphisme des roches*, 1858; 72.
(3) *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.) IX, 323.

En l'absence de renseignements bien complets sur le gisement de ces schistes, il nous semble assez difficile d'apprécier quelle altération ils ont subie.

On sait que des schistes durcis et métamorphosés alternent quelquefois avec d'autres qui paraissent à l'état normal. Cette anomalie qui est très-bizarre s'explique cependant bien simplement si l'on admet que ces schistes présentaient originairement des différences dans leur composition minéralogique et chimique; nous ajouterons d'ailleurs que les différences données par l'analyse des deux schistes d'Asker sont d'un ordre tel, qu'on doit plutôt les attribuer à la composition primitive de ces schistes qu'au métamorphisme exercé par le granite.

GÉOGÉNIE.

Il nous a paru qu'il était utile de séparer autant que possible l'étude des faits des hypothèses par lesquelles on cherche à les expliquer; c'est dans ce but que nous allons réunir dans un chapitre spécial l'ensemble des considérations théoriques sur la formation de la terre ou de l'écorce terrestre et sur l'origine des différentes roches. Ce chapitre comprendra donc tout ce qui est du domaine de la géogénie.

Système du monde dans l'hypothèse d'une diminution des masses. — Pour expliquer la formation de la terre, les géologues ont admis presque universellement l'hypothèse de La Place sur le système du monde. Cependant la perfection des méthodes employées maintenant en astronomie a permis de constater des anomalies dans le mouvement de la plupart des corps soumis à nos observations. Cherchant à expliquer ces anomalies, M. E. Roger (1) a été conduit à modifier l'hypothèse de La Place et même à mettre en question le principe de la gravitation universelle; ou pour mieux dire, il a essayé de déduire ce principe des seules propriétés *essentielles* de la matière, l'inertie et l'impénétrabilité, combinées avec le fait de l'émission incessante, par les divers corps astronomiques, de fluides infiniment subtils.

Bien que ces recherches délicates demandent à être étudiées dans

(1) Roger. *Recherches sur le système du monde.* — Mallet Bachelier.

le mémoire original et soient essentiellement du domaine de l'astronomie et des mathématiques, il nous paraît utile d'en signaler sommairement quelques résultats dont l'importance pour la géologie sera facilement appréciée.

M. Roger part d'une hypothèse déjà étudiée par La Place lui-même, et il suppose que les masses astronomiques diminuent suivant une progression régulière infiniment lente. Il cherche à démontrer que la permanence des durées des révolutions planétaires n'est qu'apparente, bien qu'elle soit regardée comme absolue; elle résulte de variations à peu près identiques qui affectent, dans la suite des siècles, les durées des rotations des corps astronomiques, aussi bien que les durées de leurs révolutions. Il fait voir que dans le mouvement des planètes autour du soleil, les choses se passent comme si, indépendamment de la force attractive qui détermine leurs orbites elliptiques, les planètes étaient soumises à une force répulsive qui les éloignerait incessamment du soleil et d'après une loi régulière. La courbe décrite est une spirale qui se confond, quand on néglige l'excentricité des spires successives, avec une spirale logarithmique se déroulant avec une lenteur pour ainsi dire infinie. Comparant les distances moyennes actuelles des planètes au soleil, M. Roger formule deux lois qui se vérifient dans certaines limites d'approximation et qui sont l'explication de la loi empirique de Bode :

1° Les planètes se forment successivement à la même distance du soleil et après des temps égaux;

2° La masse du soleil diminue de moitié entre chaque intervalle.

Les variations des distances moyennes, combinées avec la diminution de la masse solaire, entraînent dans les moyens mouvements des planètes des variations séculaires. Le moyen mouvement de la lune présente une accélération séculaire mise hors de doute par les travaux de MM. Adams et Delaunay. Il en est de même pour les comètes. Le périhélie de la planète Mercure subit un mouvement séculaire qui a été déterminé par M. Le Verrier et qui permet à M. Roger d'évaluer ce qu'il appelle une époque astronomique, c'est-à-dire l'intervalle qui sépare la formation de deux planètes successives. Il trouve par le calcul que cette nouvelle unité de temps comprend 7,525 fois la durée du siècle.

Les résultats obtenus par M. Roger présentent une grande importance pour l'histoire de la terre et pour l'explication des changements de climats observés à sa surface; ils tendent surtout à démontrer que la stabilité du système du monde est relative à la

courte étendue que l'observation nous permet d'embrasser. Finalement ils conduisent à admettre que le système solaire lui-même est soumis, selon la conjecture profonde de La Place (1), à la loi générale qui impose à toutes choses la mobilité et le changement.

« En résumé, une nébuleuse confuse comme point de départ, puis un astre central autour duquel naissent successivement des astres secondaires qui s'éloignent de leur foyer primitif avec une lenteur presque infinie, telle serait, d'après M. E. Roger, la loi de la formation des mondes. Les phases successives de leur existence dépendent de leur distance au foyer primitif. Toutefois, à travers ces phases qui transforment successivement une nébuleuse en un astre incandescent, puis en un corps refroidi accessible à la vie, mais dont la vie se retire nécessairement, et enfin en une masse errante rejetée hors de son système, et appelée à connaître encore des phases analogues, beaucoup plus rapides, un fait persiste : la diminution de la masse primitive et des masses secondaires qui en proviennent. »

Aérolites.

Dans ces dernières années, la formation si merveilleuse des aérolites a vivement sollicité l'attention des savants et on connaît sur ce sujet les belles recherches de M. W. Haidinger (2) Quelques idées nouvelles viennent encore d'être formulées relativement à ces météores par M. J.-L. Smith (3); il pense d'abord que leur éclat doit être attribué, non pas à ce que leur température est portée au rouge, mais bien à des décharges électriques et à d'autres phénomènes. Quant au bruit qui accompagne leur chute, il ne résulterait pas de l'explosion ; il serait dû à l'ébranlement produit dans l atmosphère par des décharges électriques et par la rapidité avec laquelle ils se meuvent. De plus M. Smith pense que les pierres qui tombent ensemble sur un même point ne sont pas les fragments d'un aérolite plus gros qui aurait éclaté; il les considère au contraire comme un groupe de petits aérolites qui ont pénétré ensemble dans notre atmosphère. Enfin il regarde la croûte noire enveloppant les aérolites comme déjà formée lorsqu'ils ont atteint notre atmosphère et il lui attribue une origine cosmique.

---

(1) *Explication du système du monde*, 447, 448.

(2) *American Journal*, XXXI, 87. Kenngott. *Mineralogische Untersuchungen im Jahre* 1861 ; 169.

(3) *Revue de géologie pour l'année* 1860 ; I, 105.

Diverses périodes de la terre.

Comparant la terre avec les corps de notre système planétaire, M. A. Vézian a indiqué les diverses périodes par lesquelles elle a passé successivement depuis sa création. Si l'on suppose que le soleil, les planètes et leurs satellites aient la même origine et soient destinés à passer par les mêmes phases, on aura dans le soleil l'image de ce que la terre a été et dans la lune l'image de ce qu'elle doit être un jour. Les observations modernes, notamment celles de MM. Kirchoff et Bunsen, paraissent indiquer que le soleil se compose d'un corps solide incandescent qui est immédiatement entouré de deux atmosphères; l'inférieure qui est lumineuse par elle-même a reçu le nom de photosphère. M. Vézian considère les taches obscures signalées par les astronomes à la surface du soleil comme provenant de condensations opérées dans la photosphère et dans l'atmosphère solaires, à la suite de circonstances analogues à celles qui produisent des nuages dans l'atmosphère terrestre. Comme ceux-ci elles ont un mouvement propre et elles obéissent en même temps au mouvement de rotation du corps auquel elles appartiennent. Quant aux taches lumineuses du soleil, il admet qu'elles proviennent d'éruptions volcaniques. On expliquerait ainsi comment elles accompagnent les taches obscures et comment ces dernières ont des pénombres de formes variables.

L'hypothèse de Laplace admet que le soleil et les corps de notre système planétaire proviennent de la condensation de nébuleuses. Dans l'origine, la terre formait donc une masse gazeuse qui par la condensation progressive de ses éléments a dû présenter une structure semblable à celle du soleil. Un nucleus existait alors à son centre et cette période de notre globe est celle que M. Vézian nomme *période cosmogonique*.

Mais par suite de son refroidissement la terre perdit son éclat lumineux et peu après sa surface s'est recouverte d'une croûte que M. Vézian considère comme le granite primitif. Alors a commencé pour elle la *période plutonique*. A la fin de cette période la terre présentait d'ailleurs la structure suivante qu'elle a conservée jusqu'à l'époque actuelle.

Autour d'une masse centrale ou nucleus se superposait une série de zones concentriques et parallèles qui étaient de bas en haut :

1° La pyrosphère, zone ou la matière existait à l'état de liquéfaction ignée et qui devait devenir le siége des phénomènes éruptifs et volcaniques. Jadis, comme aujourd'hui, elle était formée par la partie du nucleus immédiatement sous-jacente à l'écorce terrestre.

2° L'écorce terrestre, la seule zone où la matière eût pris l'état solide. Elle a commencé par former aux pôles deux masses qui ont fini par se souder sous l'équateur. Elle est destinée à croître indéfiniment de puissance aux dépens du nucleus jusqu'à ce que la masse entière du globe soit solidifiée.

3° L'océan constituant une zone exclusivement occupée par l'eau et formant autour du globe, lors de la période plutonique, une nappe non interrompue, une mer sans rivages.

4° L'atmosphère, zone où la matière est presque exclusivement à l'état gazeux.

La *période géologique* est celle dans laquelle la terre était constituée comme planète. Elle date des premiers dépôts sédimentaires et elle persiste encore. Pendant sa durée, l'écorce terrestre a augmenté de puissance ; de plus elle été disloquée et élevée au-dessus du niveau des eaux. C'est au commencement de cette période que la vie a commencé à se manifester à la surface du globe.

Enfin dans l'avenir notre planète paraît être destinée à passer à l'état de lune. En effet, comme l'a indiqué M. Delesse, il est facile de constater qu'il existe dans l'écorce terrestre une grande proportion d'eau souterraine. A mesure que l'écorce terrestre a augmenté d'épaisseur par le refroidissement, cette eau souterraine a dû augmenter elle-même ; et on comprend que son absorption ait fait baisser graduellement le niveau des mers. Insensible pendant la période actuelle et la durée si limitée de nos observations, ce phénomène paraît indiqué par l'étude de la géologie. Car lorsqu'on examine les cartes géologiques, on remarque que les terrains les plus anciens forment souvent des zones concentriques autour des terrains qui leur ont succédé. D'un autre côté les plantes terrestres qui sont inconnues dans le silurien, commencent à se montrer dans le dévonien et se retrouvent en grande abondance dans le terrain houiller ou dans les terrains supérieurs. Ajoutons encore que les animaux lacustres et terrestres deviennent aussi plus nombreux dans les terrains à mesure que ces derniers sont plus modernes. En un mot, toutes ces circonstances montrent bien que pendant l'énorme durée nécessaire à la formation des terrains stratifiés le sol émergé a été en augmentant, tandis qu'au contraire le niveau des mers a successivement diminué (*Bulletin de la Société géologique*, 2e série, t. XIX, p. 88).

Il est donc assez naturel d'admettre avec MM. Sœmann et Le-

---

(1) *Prodrome de géologie*, livre I, 58.

coq (1) qu'il viendra un moment où notre planète aura absorbé dans sa masse la totalité de l'eau et même de l'air atmosphérique qui se trouvent actuellement à sa surface ; et alors elle présentera la constitution de la lune son satellite, déjà arrivé à cette période, par suite de son refroidissement beaucoup plus rapide.

Comparaison de l'eau superficielle avec l'eau souterraine.

L'eau souterraine présente une très-grande importance parce qu'elle participe aux phénomènes éruptifs dont notre globe a été le théâtre et aussi parce qu'elle a été l'un des principaux agents de métamorphisme. Pour bien apprécier cette importance, il est utile d'observer qu'elle forme certainement une portion notable de notre globe. Car à sa partie supérieure, l'écorce terrestre est essentiellement composée de roches stratifiées qui s'imbibent de beaucoup d'eau. Les roches argileuses et marneuses représentent au moins le tiers des roches stratifiées et des expériences faites par M. Delesse (2) ont montré qu'elles ont plus de 15 p. 100 d'eau de carrière. Les roches calcaires et siliceuses en retiennent moins, il est vrai, mais elles sont rarement pures et le plus souvent elles sont mélangées d'argile. Lorsqu'elles sont poreuses ou très-divisées, elles deviennent d'ailleurs poreuses et très-hygroscopiques. Maintenant l'écorce terrestre doit être imbibée par l'eau souterraine, non-seulement jusqu'à la profondeur à laquelle la température atteint 100°, mais jusqu'au point où sa force élastique fait équilibre à la pression des roches qui la recouvrent. De plus on conçoit que la capillarité tende encore à reporter ce point plus avant dans l'intérieur de la terre et c'est ce qui résulte aussi d'expériences de M. Daubrée (3).

Enfin observons qu'il existe des nappes souterraines qu'on rencontre à différents niveaux et qui baignent complétement les roches perméables à travers lesquelles elles coulent ; ces nappes ont des épaisseurs et des étendues considérables ; elles sont généralement d'autant plus puissantes et plus abondantes qu'on pénètre plus avant dans l'intérieur de la terre. Ces considérations suffisent donc pour nous faire apprécier toute l'importance de l'eau souterraine ; et bien que le manque de données ne permette guère de la calculer avec précision, il est très-vraisemblable qu'elle n'est pas inférieure à l'eau superficielle.

---

(1) *Bull. de la Soc. géol.* [2], XVIII, 322.
(2) *Bull. de la Soc. géol.* (2e s.), XIX, 83.
(3) *Bull. de la Soc. géol.* (2e s.), XVIII.

Eaux thermo-minérales.

Depuis longtemps, les eaux thermo-minérales ont fixé l'attention des géologues et leur origine devait tout naturellement être attribuée à la chaleur centrale de notre globe. Leurs relations intimes avec les phénomènes éruptifs et volcaniques deviennent d'ailleurs bien évidentes, lorsqu'on rapporte leur position sur une carte géologique, comme M. Le Play l'a fait d'abord pour la France. Ajoutons d'un autre côté que MM. Elie de Beaumont, G. Bischof, Ch. Sainte-Claire Deville, Daubeny ont bien mis en relief leur fréquence dans les régions volcaniques et leur association avec les fumerolles, les solfatares, les lagoni, en un mot avec les produits rejetés par les volcans. Ces considérations viennent d'être développées de nouveau par M. J. François (1), qui cite des exemples empruntés surtout aux eaux minérales qu'il a pu spécialement observer. Examinant l'influence des tremblements de terre sur les eaux minérales, il constate qu'ils peuvent affecter leur température et leur débit. Conformément à l'opinion généralement admise, il en conclut que les eaux thermo-minérales proviennent d'une grande profondeur, qu'elles ont des rapports de communauté avec les diverses roches éruptives et que, sur un grand nombre de points, elles sont les derniers témoins d'éruptions plutoniques ou volcaniques.

Combustibles.

L'observation des fleuves et des marais tourbeux de l'Oural ainsi que l'étude de la flore fossile ont conduit M. R. Ludwig (2) à une théorie ingénieuse de la formation des combustibles.

Sur les bords du Volga, de l'Oka, de la Kama et des grands fleuves russes, il existe des forêts très-épaisses qui bordent leurs rives marécageuses et qui sont submergées à l'époque des inondations. Entraînés par le courant, les arbres de ces forêts viennent s'accumuler dans les parties où il se ralentit, particulièrement à la rencontre des affluents avec le cours d'eau principal. Ils sont dépouillés de la terre qui adhère à leurs racines et leurs branches sont en partie brisées. Alors ils se déposent ou s'implantent habituellement soit dans du sable, soit dans une argile gris bleuâtre ; mais le bois ne représente jamais qu'une petite proportion de la couche qui

(1) Les eaux minérales dans leurs rapports avec la science de l'ingénieur. (Extrait du *Dictionnaire général des eaux minérales.*) — Paris, 1860.

(2) *Geogenische und Geognostische Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural*, 57. — *Fossilien Pflanzen aus der ältesten Abtheilung der Rheinish tertiar Formation : Palæontographica.*

est ainsi formée. On n'y voit pas non plus ce détritus noir qui caractérise les gîtes de tourbe ou de lignite; et l'on conçoit du reste qu'il doive être complètement entraîné à cause de la rapidité du courant. Près de Germersheim dans la Bavière rhénane, à l'embouchure de la Rhur, dans les plaines de l'Oder, M. Ludwig a également observé des dépôts de bois fossiles auxquels cette origine doit être attribuée. Il en est de même pour les troncs d'arbres isolés qu'on trouve souvent dans le rothliegende et dans le grès houiller. En un mot, comme l'a dès longtemps fait observer M. Élie de Beaumont, des couches de combustibles exploitables ne peuvent pas résulter de l'accumulation du bois flotté parce que les intervalles entre les branches et les racines sont remplis par du sable et par de l'argile.

Mais il en est autrement dans les marais parmi lesquels l'auteur distingue, d'après les caractères qu'offrent leurs dépôts, 1° les *lacs marécageux*; 2° les *marais profonds*; 3° les *marais élevés*.

1° Les *lacs marécageux* se montrent sur les bords des cours d'eau de la Russie. Leurs rives sont couvertes de végétaux herbacés et d'arbres de différentes espèces; d'un autre côté des plantes aquatiques se développent dans leurs eaux. Ils tendent à se combler de sable et de vase par les inondations annuelles et par les dépôts résultant des eaux bourbeuses qui s'y rendent après les pluies. Les substances terrestres et végétales s'accumulent dans leur fond où elles donnent naissance à des couches de marnes et d'argiles qui sont plus ou moins bitumineuses et chargées de matières combustibles. Lorsqu'un petit cours d'eau traverse les lacs marécageux, il produit d'ailleurs des dépôts contenant des débris de mollusques, des squelettes de grenouilles et de poissons, ainsi que des plantes et des animaux terrestres.

Parmi les couches qui se seraient formées de cette manière, M. Ludwig signale les grès et les marnes avec empreintes végétales du terrain tertiaire de Wetterau aussi bien que les marnes supérieures à littorinelles qui se trouvent à Laubenheim sur le Rhin. Il cite encore les grès du Keuper de Schweinfurt en Bavière et de Gross-Almerode dans la Hesse; les grès cuprifères du Rothliegende de Kungur et de Perm en Russie; ceux de la Bohême, de la Hesse; et enfin les grès carbonifères de divers bassins houillers dans lesquels on trouve des plantes terrestres sans mélange d'animaux marins.

2° Les *marais profonds* sont assez éloignés des fleuves pour ne pas être recouverts de sable et d'argile; à l'époque des inondations, ils reçoivent simplement les détritus végétaux des plantes qui croissent à leur surface.

D'après M. Ludwig, lorsque ces marais ont une grande profon-

deur et peu d'étendue, ils se couvrent de conferves et de lentilles d'eau; ils donnent alors une tourbe filiforme, spongieuse, qui est très-tenace et difficile à tailler. Mais à partir du moment où ils sont remplis jusqu'à une certaine profondeur par le détritus végétal et par de l'argile, ils s'accroissent de bas en haut, comme nous allons l'expliquer un peu plus loin pour les marais tourbeux élevés. Des arbres qui se développent sur le pourtour des marais profonds contribuent d'ailleurs à y augmenter les débris végétaux. Maintenant sous l'enveloppe de mousse qui recouvre ces marais, on ne trouve pas d'animaux, parce que le détritus résultant de la décomposition des végétaux est pour eux un véritable poison. Les racines s'en éloignent également et lorsqu'elles absorbent les acides organiques qui sont dissous dans ce détritus, les arbres qu'elles nourrissent ne tardent pas à périr. Quand un animal pesant, comme un renne, un cerf, un chevreuil, vient à s'aventurer au milieu des marais tourbeux, il peut d'ailleurs y laisser son squelette.

Afin de comparer plus facilement les dépôts tourbeux avec les couches de combustibles, M. Ludwig signale particulièrement les points suivants comme bien établis par l'observation :

Le fond du marais tourbeux, ou en terme de mineur son mur, peut être formé par du sable, par de l'argile ou par une roche solide quelconque. En tous cas, cette roche est nettement séparée de la tourbe et l'on n'y trouve pas de racines; souvent même elle ne contient pas de matières charbonneuses. Elle occupe une plaine unie ou légèrement ondulée.

La tourbe formant la partie inférieure du gîte est fine et terreuse; elle consiste en un détritus dans lequel on distingue à peine des débris végétaux encore reconnaissables. On n'y rencontre pas d'animaux lacustres, mais on y trouve accidentellement les squelettes de quelques grands animaux terrestres.

La partie moyenne du gîte tourbeux contient des troncs d'arbres épars, des racines ainsi que des graminées; toutefois elle reste généralement terreuse et les animaux lacustres y font encore défaut.

La partie supérieure du gîte est riche en troncs d'arbres aplatis qui sont couchés dans des directions différentes ou surtout dans une direction spéciale; une tourbe filamenteuse et entrelacée les entoure; cette dernière est formée par des mousses et par des racines. Vers le haut la tourbe devient quelquefois impure, par suite de son mélange avec de l'argile.

La tourbe remplit de véritables bassins, et la partie inférieure de chaque gîte se modèle sur leur fond, tandis que la partie supérieure est plane.

Un même bassin tourbeux peut contenir une seule couche ou plusieurs, et ces dernières sont séparées par diverses substances minérales, telles que l'argile et le sable, dans lesquelles on trouve des fossiles animaux ou végétaux.

Les couches de tourbe qui remplissent de petits bassins ont une épaisseur qui, tantôt est à peu près constante et tantôt augmente vers le milieu ; mais dans les grands bassins, elles sont au contraire un peu moins épaisses au milieu, et même il arrive souvent qu'elles s'y divisent. Quand plusieurs couches de tourbe se sont formées l'une au-dessus de l'autre dans de pareils bassins, elles sont plus rapprochées vers les bords, et les couches stériles qui les séparent augmentent d'épaisseur vers le milieu.

Le toit de ces couches de tourbe peut être du sable ou de l'argile qui sont mélangés avec des débris variés provenant de plantes ou d'animaux.

Dans les marais profonds qui sont ouverts, la tourbe donne une plus grande proportion de cendres, parce que la poussière, l'argile, les carbonates précipités par les conferves, tendent à la rendre impure ; elle est alors feuilletée. On y trouve les débris de plantes terrestres ainsi que d'animaux aquatiques et autres. Vers le haut, elle est mélangée avec des racines et avec des plantes aquatiques.

On pourrait d'ailleurs multiplier les assimilations de ce genre pour les combustibles des divers terrains ; mais qu'il nous suffise d'avoir indiqué comment M. Ludwig explique la formation de couches de combustibles par le procédé qui, à l'époque actuelle, engendre la tourbe dans les marais profonds.

Enfin observons que des marais profonds, s'accroissant par le haut, existent à l'époque actuelle dans la Russie, dans la Hongrie, dans le nord de la Prusse, dans le Hanovre et la Hollande, dans les montagnes du Rhön et de la forêt Noire, dans la Bavière ainsi que dans les Alpes.

Si l'on passe maintenant en revue les combustibles des divers terrains, notamment ceux des terrains tertiaires et houillers, on en trouve qui, de même qne la tourbe, ont pris naissance dans des marais profonds, ou qui du moins présentent tous les caractères qui viennent d'être énumérés. Ainsi, parmi les combustibles qui ont pu se former dans des marais profonds et en même temps ouverts, M. Ludwig indique les lignites feuilletés et chargés de cendres ; tels sont ceux de Rott près de Bonn, la couche inférieure de Salzhausen, les lignites d'Annerod, de Glimbach près de Giessen et de Markersdorf en Bohême. Il mentionne aussi les combustibles

légèrement impurs intercalés dans les marnes à cyrènes d'Offenbach, de Gronau, d'Ober-Ingelheim, d'Ofenthal, de Hochheim, de Winkel, dans lesquels on observe si souvent des graines de nymphea. C'est encore dans des marais ouverts que se seraient formés les lignites de Bischofsheim qui offrent des empreintes de poissons.

Pour les formations plus anciennes, on peut considérer les couches sableuses ou argileuses qui sont fortement mélangées de débris végétaux, comme engendrées dans des marais profonds et ouverts. M. Ludwig signale aussi une partie de l'argile ligniteuse du terrain wealdien, les schistes bitumineux du lias, les stipites argileux des marnes irisées, le schiste bitumineux et cuivreux de la Thuringe. Il range dans la même catégorie les combustibles feuilletés du Rothliegende de la Bohême et de Perm, beaucoup de houilles impures ou de schistes houillers, divers schistes bitumineux du *culm* et du dévonien, ainsi que ceux du silurien de la Russie dans les environs de Saint Pétersbourg.

Parmi les combustibles engendrés dans les marais profonds, M. Ludwig cite encore les couches de houille de Lunja et de Koswa ; car elles ne présentent pas de stigmaria à leur partie inférieure qui est tellement compacte qu'on n'y distingue pas traces de structure végétale ; c'est seulement à leur partie supérieure qu'elles deviennent feuilletées et alors elles renferment des troncs d'arbres fortement aplatis qui sont accompagnés de débris végétaux. D'après MM. Auerbach et Trautschold, il en est de même pour le bassin houiller de Malowka.

3° Les *marais élevés* sont en relation avec les marais profonds, bien qu'ils en soient cependant très-distincts ; ils se trouvent dans les vallées et sur les hauteurs, ainsi que dans les forêts, lorsque l'humidité y favorise la végétation, particulièrement celle des mousses. Ils occupent les endroits humides, ou de légères dépressions dans lesquelles il n'y a qu'une petite quantité d'eau, ou bien encore la partie supérieure de marais profonds déjà comblés. Ils s'accroissent de bas en haut à l'inverse de ce qui a lieu dans les marais profonds. Voici comment M. Ludwig résume leurs caractères :

Les marais élevés reposent sur le sable, sur l'argile ou sur d'autres roches. Ils renferment souvent des racines et des arbres qui se rencontrent jusque dans les couches inférieures de la tourbe. Parmi les troncs il en est qui sont brisés, mais encore en place et verticaux ; ceux qui sont couchés ont toujours une forme aplatie. La tourbe est formée de plantes qui sont en partie à l'état de détritus méconnaissable. On n'y trouve pas de mollusques, ni d'animaux

aquatiques, mais seulement des insectes, des larves et accidentellement les os de quelque animal terrestre.

Comme exemples de combustibles engendrés par des marais élevés, M. Ludwig indique le lignite tertiaire de Salzhausen (1). Au-dessus d'une première couche qui paraît formée dans un marais profond et ouvert, il a dû se développer une petite forêt de glyptostrobus europeus, autour d'un marais élevé dans lequel croissaient des mousses et des fougères. Ensuite les graminées ont succédé aux mousses, et finalement le développement du lignite a été arrêté par un dépôt de tuff volcanique. Des exemples semblables peuvent être cités au Meissner, au Habichtswald, au Westerwald et en Bohême.

Si l'on passe au terrain houiller, on y observe fréquemment des couches de houille à la base desquelles il y a des stigmariées ou des racines de diverses plantes, et l'on peut admettre qu'elles proviennent encore de marais élevés.

— En partant des faits et des considérations qui précèdent, M. R. Ludwig formule ses conclusions sur la formation des combustibles. Dans leur ensemble elles s'accordent avec les idées qui sont généralement adoptées maintenant et particulièrement avec celles de M. Élie de Beaumont et de Sir Charles Lyell; toutefois, comme on va le voir, elles en diffèrent par quelques détails :

a. Toutes les couches de houille et de lignite exploitables se sont formées sur le sol, sous l'influence d'un climat modéré ou même froid et dans des marais qui existaient autrefois à la place où nous les trouvons maintenant. Jamais elles n'ont été engendrées dans la mer, ni par des flottages de bois ou de tourbe.

b. Les couches de tourbe, de lignite et de houille résultent de la végétation de plantes, ayant surtout de petites dimensions, telles que les mousses, les lycopodes, les fougères, les graminées qui se sont développées lentement et sous l'influence de l'humidité. Aucune d'elles n'a été engendrée par un événement violent, ou par une inondation, ou par un cataclysme; les phénomènes volcaniques n'y ont pas contribué davantage.

c. Les gîtes tourbeux recouverts ultérieurement par des matières terreuses sont les seuls qui aient pu donner du lignite et de la houille. Quant à ceux qui sont restés non recouverts à la surface du sol, après avoir été mis à sec, ils ont produit seulement une terre végétale riche en humus; car ils ont été détruits lentement par l'influence combinée de la végétation et de l'atmosphère. C'est notamment à la dessiccation de marais élevés que M. Ludwig

(1) Voir aussi Tasche, *Jahrbuch der K. K. geologischen Reichsanstalt*; 1859,

attribue la formation de la terre végétale noire et si renommée qu'on désigne en Russie sous le nom de *Tschornozem*.

d. Les minerais métalliques qui accompagnent les couches de combustibles ont également pris naissance dans des marais; ils résultent de l'action des mousses et des autres plantes sur des sels métalliques tenus en dissolution dans les eaux tourbeuses.

Ainsi, on sait que dans une eau ferrugineuse les diatomées précipitent l'hydroxyde de fer et que, dans les marais de la Sibérie, le minerai de fer est engendré par l'action des mousses. C'est par un procédé analogue que se sont formés la tourbe vitriolique de Neisse, les couches de combustibles aurifères du terrain permien et le fer carbonaté argileux si abondant dans le terrain houiller.

e. La classification des couches de combustibles en grands et en petits bassins tient en réalité à ce qu'elles ont été engendrées par de la tourbe qui s'est développée dans des marais, tantôt plus, tantôt moins étendus. Mais des modifications postérieures ont pu donner une plus grande courbure à ces bassins, les briser, les couper par des failles et les disloquer complétement.

Gypse.

De nombreuses hypothèses ont déjà été proposées pour expliquer l'origine du gypse qui se rencontre si fréquemment en couches dans les terrains stratifiés. Certains géologues ont pensé qu'il provenait de l'hydratation de l'anhydrite à laquelle il est souvent associé; mais à cause de cette association même, la difficulté pour se rendre compte de la présence de l'anhydrite est à peu près la même que pour le gypse. D'autres ont attribué le gypse des terrains stratifiés à des décompositions de carbonate de chaux qui auraient été opérées par des dégagements soit d'acide sulfurique, soit surtout d'hydrogène sulfuré. On peut encore admettre que, par suite d'un lavage naturel, le sulfate de chaux résultant de l'oxydation des pyrites s'est concentré dans des bassins lacustres et qu'il s'est déposé dans leur fond en donnant des couches de gypse. A la suite d'une étude détaillée qu'il a faite sur les caractères, le gisement et l'orographie du gypse parisien, voici l'hypothèse que M. Delesse (1) a été conduit à émettre sur son origine :

Le gypse parisien a sans doute été déposé par des eaux minérales chargées de sulfate de chaux, qui venaient de l'intérieur du globe. Se répandant sur la terre ferme ou bien au bord d'un rivage, ces eaux ne formaient pas un grand lac unique, comme le pensait

(1) *Comp. rend.*, 1861; LII, 912.

de Lamanon (2); mais elles remplissaient des bassins circonscrits et isolés qui correspondent aux lentilles actuelles du gypse. A cause de sa faible solubilité, le gypse devait alors s'accumuler spécialement vers les points d'émergence et non pas seulement dans le fond des bassins; c'est aussi ce qui résulte de la forme de ses lentilles et de la comparaison de leurs cotes d'altitude. Il avait une pente, une épaisseur et des caractères qui étaient variables dans chaque bassin. Suivant la nature des eaux dans lesquelles il se précipitait, il entraînait tantôt plus, tantôt moins de carbonates, qui étaient dissous à l'état de bicarbonates et qui se mélangeaient avec lui; c'est ce qui explique pourquoi la proportion des carbonates y est variable. Enfin tout porte à croire que la plus grande épaisseur des lentilles de gypse correspond précisément aux points d'émergence des sources qui les ont formées. L'ensemble des faits observés s'accorde donc assez bien avec l'hypothèse admise pour le gypse parisien.

Quel que soit du reste le phénomène auquel on doive attribuer le gypse du bassin de Paris, il était intermittent pendant de longues périodes géologiques; commençant à se manifester dès le calcaire grossier, il s'est reproduit dans les sables moyens, dans le calcaire lacustre, et c'est dans le terrain de gypse proprement dit qu'il a acquis son maximum d'intensité.

— M. Leymerie (1) a constaté que le gypse exploité au bas de la vallée du Tech, dans les environs d'Amélie, se trouve avec les mêmes caractères à des niveaux géognostiques très-différents, savoir, dans le terrain de transition et dans un terrain secondaire probablement jurassique. Ce gypse paraît être adventif; de plus il est accompagné de schistes argileux calcarifères qui ont éprouvé des altérations dans leur consistance et dans leur couleur. D'après cela, M. Leymerie pense que le gypse d'Amélie a été produit postérieurement par des eaux thermales séléniteuses ou sulfureuses. Cette origine serait donc analogue à celle que nous venons d'indiquer pour le gypse parisien, et, dans les Pyrénées, où les eaux sulfureuses sont encore si abondantes, elle devient même encore plus vraisemblable.

— Nous ajouterons que les gypses du trias et du terrain permien paraissent avoir la même origine; car, indépendamment de leurs analogies avec le gypse tertiaire, ils contiennent de la boracite qui

(1) D'Archiac. *Cours de Paléontologie stratigraphique*, 1re année, 371.
(2) *Actes de la Société Linnéenne de Bordeaux*, XXIII, 6e livraison.

s'y trouve quelquefois en quantité très-notable ou même en couches comme à Strastsfurt : or, les phénomènes actuels nous apprennent qu'en Toscane l'acide borique est amené par des eaux thermales. D'un autre côté, en Hongrie, dans les Alpes vénitiennes, en Algérie, le gypse se montre associé à divers minerais métalliques, et cette circonstance milite évidemment en faveur d'une origine souterraine.

Maintenant la présence du sulfate de chaux dans les eaux venant de l'intérieur de la terre s'explique assez facilement; l'oxydation des sulfures à la surface tend, en effet, à produire du sulfate de chaux depuis la formation de l'écorce terrestre; mais on conçoit que ce sulfate, qui s'infiltre dans le sol et qui s'accumule dans les eaux souterraines, ait dû être ramené à la surface par des sources minérales; dans certaines circonstances même, à la suite d'éruptions ou de dislocations, il pouvait être rejeté en grande abondance.

Carbonate de chaux.

M. G. Rose (1) a continué ses recherches sur les circonstances dans lesquelles se forment la chaux carbonatée, l'arragonite et la craie (2). L'arragonite, qui à une température élevée, se dépose dans les dissolutions concentrées, se produit aussi à la température ordinaire lorsqu'elle se sépare de dissolutions très-étendues; c'est même ce qui permet d'expliquer sa présence dans le têt des mollusques. Quand de l'eau de chaux concentrée est exposée à l'air, elle donne, par absorbtion de l'acide carbonique de l'atmosphère, un mélange d'hydrate de chaux avec de l'hydrocarbonate de chaux. Quand l'eau de chaux est étendue, il se dépose seulement de l'hydrocarbonate. Enfin, quand elle est encore plus étendue, on n'a que de la chaux carbonatée anhydre et rhomboédrique. Si l'on évapore de l'eau de chaux concentrée, il se dépose un mélange d'hydrate de chaux avec de l'arragonite; et avec de l'eau de chaux étendue on a seulement de l'arragonite. En introduisant de l'acide carbonique dans de l'eau de chaux concentrée ou étendue, on n'obtient à froid que de la chaux carbonatée, et à chaud que de l'arragonite. Lorsqu'on chauffe dans un vase fermé une dissolution de carbonate de chaux dans l'acide carbonique, il se précipite de la chaux carbonatée : ce fait montre que, dans l'eau chargée d'acide carbonique, le carbonate de chaux est moins soluble à chaud qu'à froid; on sait d'ailleurs que l'hydrate de chaux est aussi moins soluble dans l'eau chaude que dans l'eau froide.

---

(1) *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, 1860-61; XIII, 9.
(2) Revue de géologie pour l'année 1860; I, 101.

— M. F. Senft (1) s'est occupé également d'études sur le carbonate de chaux et plus particulièrement au point de vue des migrations ou des métamorphoses qu'il présente dans la nature.

De toutes les substances minérales, il n'en est aucune qui parcoure un circuit plus complexe, qui remplisse autant de buts différents dans l'économie du globe terrestre et en même temps qui se présente sous des formes plus variées. Si l'on considère l'eau à partir du moment où elle tombe de l'atmosphère, elle rencontre à la surface du sol des roches auxquelles elle dissout du calcaire qu'elle fait servir à la nourriture des plantes et des animaux pour le développement desquels il est nécessaire. D'un autre côté, cette eau pénètre aussi dans l'intérieur du sol où elle sécrète divers dépôts calcaires dans ses fissures et dans ses cavités; en outre elle produit des tufs calcaires sur les bords des cours d'eau. Enfin elle se rend dans l'Océan, dans lequel elle fournit le calcaire indispensable aux myriades de mollusques et de polypiers qui l'habitent. Mais leurs têts sont ensuite détruits par la mer et réduits en schlamm calcaire. Dans d'autres circonstances, ils peuvent aussi être consolidés; alors ils donnent lieu à des roches calcaires sous-marines, qui postérieurement sont émergées par des soulèvements, et qui fournissent du calcaire destiné à parcourir, de nouveau, le même cycle.

A. Le *calcaire concrétionné* (*kalksinterbildungen*) est d'abord étudié par M. Senft. Sous cette dénomination sont compris tous les dépôts de carbonate de chaux qui sont opérés par de l'eau chargée d'acide carbonique, lorsque cette eau coule, suinte ou s'infiltre à l'intérieur de cavités, particulièrement dans celles qui existent au milieu des roches calcaires. La première condition pour que ces dépôts se produisent, c'est que les cavités, à l'intérieur de la terre, soient en communication avec le dehors. Maintenant l'angle sous lequel les fissures coupent les couches exerce encore beaucoup d'influence. Il faut aussi avoir égard, soit à l'état de concentration, soit à la quantité de la dissolution qui pénètre dans les fissures. Voici la division qui a été établie par M. Senft:

I. Le *calcaire concrétionné* qui résulte de la dissolution du carbonate de chaux dans de l'eau chargée d'acide carbonique présente généralement une structure cristalline. La dissolution, tantôt très-étendue, tantôt concentrée, coule d'une manière continue ou intermittente; elle se rend dans des fissures et dans des cavités qui sont fermées par le haut, ou bien en communication avec l'air extérieur.

a. La dissolution est-elle concentrée et coule-t-elle sans inter-

(1) *Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft*, XII, 263.

ruption dans des cavités qui communiquent avec l'air extérieur, et qui par suite donnent lieu à une température variable et à une évaporation plus active, il se produit de la *chaux carbonatée concrétionnée* dans laquelle on peut distinguer les variétés suivantes :

1. *Concrétions du toit* ou stalactites quand la dissolution vient par des canaux qui font un angle aigu avec la partie supérieure des cavités.

2. *Concrétions des parois* quand la dissolution :

α est exprimée le long de parois formées par des roches argileuses ou décomposées : il en résulte dans ce cas les druses et les fours à cristaux ;

β coule de la partie supérieure des parois : il en résulte des concrétions qui sont semblables à un émail.

3. *Concrétions du mur* ou stalagmites, quand la dissolution arrive au toit par des canaux perpendiculaires, ou quand elle se renouvelle et tombe rapidement.

b. La dissolution est-elle étendue et coule-t-elle d'une manière intermittente dans des cavités ne communiquant pas avec l'air extérieur, qui, par cela même, conservent une température constante et ne permettent qu'une évaporation très-lente, alors il se produit de *l'arragonite* concrétionnée qui donne lieu aux mêmes divisions que ci-dessus :

1. *Concrétions du toit.*

α Stalactites.

β Arragonite sous forme de touffes et de coraux ; fleurs de fer (*flos ferri*).

2. *Concrétions des parois* (fours à cristaux).

3. *Concrétions du mur.*

α Stalagmites.

β Oolithes et pisolithes.

γ Concrétions diverses (*Sinterneste*).

c. Toutefois, dans un même dépôt, il peut se former alternativement de l'arragonite et de la chaux carbonatée ; c'est même ce qui arrivera, lorsque la dissolution sera alternativement étendue et concentrée ; lorsque la cavité sera alternativement fermée et ouverte, comme le cas peut se présenter dans les anciennes galeries de mines.

Quant à ce qui concerne la production de l'*arragonite* et de la

chaux carbonatée, M. Senft indique comme résultat de ses observations les conclusions suivantes :

1. L'*arragonite* provient surtout d'une dissolution calcaire très-étendue ; mais elle peut aussi être formée par une dissolution concentrée, quand cette dernière arrive dans un endroit fermé, où elle se trouve soustraite à des renouvellements rapides de l'air ainsi qu'à des changements de température, et où son évaporation est lente.

2. La *chaux carbonatée* est généralement engendrée par une dissolution concentrée de calcaire ; cependant elle l'est aussi par une dissolution étendue, lorsque cette dernière est soumise à l'action de l'air, qui fait varier sa température et qui active son évaporation.

3. La *chaux carbonatée* sera surtout associée à l'*arragonite*, lorsque l'eau chargée d'acide carbonique dissoudra, tantôt plus, tantôt moins de calcaire ; ou bien quand la quantité de calcaire restant la même, il y aura des intermittences dans l'accès de l'air.

4. Les roches qui paraissent être le plus favorables au développement de l'arragonite sont la chaux carbonatée, la dolomie, le fer spathique pauvre en chaux, les silicates, tels que l'augite, qui contiennent de la chaux et qui sont difficilement décomposables par l'acide carbonique.

5. Les roches qui donnent le plus habituellement la chaux carbonatée sont les calcaires, les calcaires dolomitiques, les fers spathiques riches en chaux, les silicates comme le labrador, qui contiennent de la chaux et qui sont facilement décomposés par l'eau chargée d'acide carbonique.

6. Les roches cristallines qui offrent la réunion soit du labrador et de l'augite, soit des minéraux analogues, pourraient donc donner les deux espèces de concrétions calcaires.

II. Le *calcaire concrétionné* qui provient de calcaire à l'état terreux ou pulvérulent et de son dépôt sous forme de schlamm, ne présente jamais un aspect cristallin ; il ressemble à une boue liquide qui aurait coulé et qui se serait ensuite durcie (*schlammsinter*).

B. — Le *calcaire tuffacé* qui est produit par les sources a encore été étudié par M. Senft, qui formule ainsi les résultats auxquels il est arrivé :

1. Les dépôts de *calcaire tuffacé* dans le nord-ouest du Thuringerwald se trouvent, soit dans des bassins hydrographiques occupés maintenant par des lacs, par des étangs, par des marais tourbeux, soit dans les vallées résultant de failles qui traversent les montagnes appartenant au terrain du trias. Ils sont formés :

a. Par un *schlamm calcaire* et terreux qui, apporté par les cours d'eau venant du muschelkalk, s'est ensuite déposé dans leurs bassins.

b. Par de la *chaux dissoute*, soit par l'acide carbonique, soit par l'acide crénique que les cours d'eau et les sources déposent peu à peu dans les fissures des rochers, ou sur leurs rives ou enfin dans les bassins marécageux.

α Le *carbonate de chaux* en dissolution peut être fourni par les eaux de sources ou de ruisseaux; il encroûte les débris de plantes qu'il recouvre par une enveloppe de chaux carbonatée ou d'arragonite.

β Le *crénate de chaux* peut résulter aussi du crénate d'ammoniaque produit lui-même par la décomposition des plantes dans l'eau et dans les marais;

Ou d'une dissolution nouvelle d'un tuf calcaire lorsqu'il est recouvert par des débris de plantes;

Ou du transport de la chaux dans des marais renfermant des plantes en décomposition, comme les marais tourbeux.

Quel que soit d'ailleurs le mode de formation du crénate de chaux, sous l'influence de l'air et de l'oxygène contenu dans l'eau, il se transforme ultérieurement en carbonate de chaux.

c. Par un *schlamm calcaire* et par de la *chaux dissoute*.

2. Le *calcaire tuffacé* présente d'ailleurs des caractères différents suivant le mode de dépôt :

a. Lorsqu'il résulte d'un *schlamm calcaire*, il s'observe seulement dans les anciens bassins de lacs; il est généralement stratifié, soit dur et grenu, soit friable et terreux. Alors le têt des mollusques qu'il contient n'est pas incrusté, et un schlamm calcaire durci remplit seulement leur intérieur.

b. Lorsqu'il provient de *carbonate de chaux* dissous, il se trouve habituellement dans des anses étroites ou sur le bord de cours d'eau; sa stratification est indistincte ou confuse; il est pierreux, cristallin et grenu, le plus souvent très-poreux, parce que ses cristaux laissent entre eux des interstices. Il renferme beaucoup de débris de plantes, en sorte qu'il est traversé par un grand nombre de tubulures. Autour de ces débris il y a souvent deux ou trois zones d'arragonite qui a cristallisé également dans leurs cavités, notamment dans les tiges. Cette variété de calcaire tuffacé qui résulte de l'incrustation de mousses et d'algues, est remplie de tubulures à sa partie supérieure, tandis qu'à sa partie inférieure elle est poreuse, sableuse, grenue et formée de l'agglomération de

petits fragments de tubes calcaires qui ont été brisés par compression.

c. Lorsque le calcaire tuffacé provient de l'oxydation du *crénate d'ammoniaque et de chaux*, il constitue habituellement le fond des dépôts tourbeux ainsi que les couches qui s'y trouvent intercalées. A l'état humide, il ressemble à de la colle, mais à l'état sec, il devient terreux, sableux ou même pierreux (1).

d. Indépendamment de ces trois variétés de calcaire tuffacé, il y en a encore deux autres qui sont mixtes :

α L'une produite originairement par un schlamm calcaire, est stratifiée et présente une masse qui est poreuse et grenue ; ses tubulures, ses cellules, ses fissures sont plus ou moins remplies par de la chaux carbonatée cristalline, et d'un autre côté elle renferme des grains isolés qui sont entourés et cimentés pas du calcaire spathique. Elle se trouve dans les bassins d'anciens lacs et souvent elle alterne avec du tuf sableux et grenu. Ses caractères doivent être attribués à ce que, postérieurement à son dépôt, elle a été traversée par une dissolution calcaire.

β L'autre a été produite par un tuf calcaire non stratifié, provenant originairement d'une dissolution de chaux, et dont la masse consistait en incrustations de mousses et d'algues ; la décomposition de ces plantes a engendré du crénate d'ammoniaque, ce qui a corrodé le dépôt et l'a transformé en un tuf tantôt sableux, tantôt terreux et grenu. Cette variété offre un mélange de grains de chaux carbonatée spathique qui sont arrondis et de petites tubulures cristallines dont les débris sont reliés par un ciment calcaire sableux et terreux : elle s'observe surtout dans les parties inférieures du tuf formé par les sources ; toutefois on la rencontre aussi à la base du tuf déposé dans les marais et dans les anciens étangs marécageux.

Relativement à la production de l'arragonite, on peut remarquer que les résultats de M. Senft s'accordent avec l'observation faite par M. G. Rose, que l'on obtient de l'arragonite dans les dissolutions calcaires étendues (2). Ils s'accordent aussi avec diverses observations des mineurs sur le gisement de l'arragonite. Toutefois il serait à désirer que plusieurs des faits intéressants signalés par M. Senft fussent contrôlés en dehors du Thuringerwald, afin de bien établir quel est le degré de généralité qu'ils comportent.

---

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1861 ; II, 84 : *Alm.*

(2) *Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, 1er novembre 1860.

Coccolithes et morpholithes calcaires. — Des recherches microscopiques ont été faites par MM. Wallich, Huxley et H. Clifton Sorby (1) sur la vase calcaire qui se dépose dans la mer à une grande profondeur. On sait que M. Ehrenberg a décrit sous le nom de cristalloïdes et de morpholithes des concrétions calcaires qui sont microscopiques et qui s'observent dans la craie. D'après l'opinion du savant professeur de Berlin, on admettait généralement que ces concrétions étaient le résultat d'une action inorganique en relation avec la cristallisation ; mais M. Sorby ayant constaté qu'au lieu d'avoir la forme de disques, elles étaient concaves d'un côté et convexes de l'autre, a pensé qu'on devait au contraire les regarder comme le produit d'une action organique. Dès 1858, M. le professeur Huxley avait d'ailleurs examiné la vase retirée de la mer Rouge, dans des sondages de 3.650 mètres de profondeur ; il y avait distingué des substances arrondies présentant des couches concentriques et ressemblant à des cellules de plantes qui seraient isolées et dans lesquelles la matière organique aurait été détruite; il les nomma coccolithes. M. Sorby les retrouva dans la vase des régions profondes de l'Océan. En observant les cellules de foraminifères, notamment de globigérines, il reconnut qu'étant isolées ou réunies, elles donnent à la lumière polarisée des anneaux colorés qui sont traversés par une belle croix noire ; cela tient précisément à ce qu'elles sont formées par de petits cristaux de chaux carbonatée dont l'axe principal est perpendiculaire à la surface du têt. Il n'en est pas de même, cependant, pour les parois des cellules des coccolithes ; car elles dépolarisent si faiblement la lumière que M. Sorby doute beaucoup de leur nature calcaire. Mais les coccolithes elles-mêmes dépolarisent aussi la lumière, et de plus très-fortement, en sorte que M. Sorby admet qu'elles ont également été secrétées par des êtres. Les cristalloïdes et les morpholithes de la craie ne sont autre chose que des coccolithes comme on en trouve encore maintenant au fond de l'Océan; il n'est donc pas nécessaire, pour expliquer leur formation, de supposer l'existence d'une action inorganique différente de celle qui met en jeu la cristallisation, et leur origine est simplement organique.

La craie présente d'ailleurs beaucoup d'analogie avec la vase calcaire qui se dépose actuellement dans les grandes profondeurs de l'Atlantique ; elle résulte, en effet, de l'accumulation de substances organiques qui sont variées et microscopiques, et qui sont

(1) *Annals and Magazine of Natural History*, septembre 1861.— *On the organic origin of the so called crystalloides of the Chalk.*

ensuite plus ou moins altérées par des changements moléculaires ou par des actions chimiques. Cependant une différence importante doit être signalée; car beaucoup de diatomées et de spicules de spongiaires sont disséminées dans la vase de l'Atlantique; tandis que, d'après M. Sorby, elles seraient rares ou quelquefois même manqueraient complétement dans la craie. On trouve bien dans la craie soit des silex, soit des concrétions siliceuses; mais cet état même sous lequel la silice se présente, porte M. Sorby à regarder comme très-probable que le silex de la craie a été formé par des matières organiques siliceuses et disséminées qui se sont groupées postérieurement autour de centres d'attraction; c'est du reste l'opinion qui avait été formulée par M. Ehrenberg (1).

Quartz.

M. G. Rose (2) a indiqué l'existence de petits cristaux de quartz dans le fer météorique de Toluca au Mexique. Leur forme est, comme à l'ordinaire, le prisme hexagonal régulier surmonté du dodécaèdre. Nous rappellerons à ce sujet que Beudant avait déjà signalé le quartz, dans le fer natif de Conaxu dans lequel il est associé au graphite. La présence du quartz dans les fers météoriques est du reste très-intéressante à constater; car ce quartz a visiblement cristallisé dans l'aérolithe dans lequel il est profondément engagé et l'on ne saurait admettre qu'il résulte d'une infiltration postérieure qui aurait eu lieu après sa chute sur la surface de la terre. Il nous paraît probable qu'il s'est formé avant que l'aérolithe atteignît notre atmosphère, c'est-à-dire dans les espaces planétaires qui sont à une température extrêmement basse.

En tous cas, voici un nouvel exemple montrant bien que, comme d'autres minéraux, le quartz peut cristalliser dans des circonstances très-diverses et avoir l'origine la plus variée.

Feldspath.

M. Breithaupt (3) a constaté l'existence du feldspath orthose dans le conglomérat du Rothliegende de Flöha dans lequel il avait d'abord été indiqué par M. Volger. Ce feldspath est accompagné de cristaux de quartz et M. Breithaupt admet qu'il est postérieur au conglomérat dans lequel il se serait développé par voie humide. D'autres faits du même genre avaient déjà été observés, notamment dans les roches stratifiées des Vosges dans lesquelles il s'est déve-

(1) *Abhandlungen d. K. Ak. d. Wiss. zu Berlin*, 1838; 82.

(2) *Académie des sciences de Berlin*, classe Physico-Mathématique, 11 avril 1860. — *L'Institut*, 17 novembre 1861; 400. Traduction de M. Grandeau.

(3) *Berg und Hüttenmannische Zeitung*, 1861; 198.

loppé tantôt de l'orthose, tantôt de l'anorthose(1). Relativement aux conditions dans lesquelles le feldspath peut se former M. Breithaupt observe encore que dans les druses du porphyre de Schwarzburg (Thuringerwald) il est associé avec des zéolithes et avec de la chaux carbonatée; de plus, à Böhmisch-Wiesenthal, comme nous l'avons vu précédemment, le feldspath a pseudomorphosé de l'amphigène (2).

Granite.

On sait que les minéraux du granite ont cristallisé dans un ordre inverse de celui dans lequel ils se solidifient et que c'est une des objections principales que l'on ait fait valoir contre l'origine ignée de cette roche. Suivant M. R. Bunsen (3), cette objection n'aurait pas de valeur, parce que la température à laquelle un corps se solidifie lorsqu'il est isolé n'est jamais la même que celle à laquelle il se sépare de ses dissolutions dans d'autres corps. Tandis que le point de solidification d'un corps dépend seulement de sa nature et de la pression, celui d'un corps engagé dans des dissolutions dépend de la proportion des substances dans lesquelles il est dissous. Ainsi, par exemple, la température à laquelle l'eau et le chlorure de calcium deviennent solides dépend de leurs proportions : en faisant varier convenablement ces proportions, le point de solidification de l'eau peut s'abaisser de plus de 59°, celui du chlorure de calcium qui est à 26° diminue même de plus de 100°. Pour des dissolutions de sulfate de potasse et de salpêtre les différences sont encore bien plus grandes, car le point de solidification s'abaisse de 600 à 800 degrés. Maintenant, suivant l'état de concentration d'une dissolution, c'est tantôt l'eau et tantôt le sel qui cristallise le premier; on comprend donc que le quartz et le feldspath ne doivent pas se séparer d'un bain en fusion à la température à laquelle ils se solidifient lorsqu'ils sont isolés. M. Bunsen observe que, d'après les expériences qu'on peut faire sur les dissolutions, il est probable que dans la pegmatite riche en feldspath, le quartz se solidifiera avant le feldspath, tandis que dans d'autres granites il se solidifiera, soit après, soit en même temps.

Nous mentionnerons encore à ce sujet des expériences récentes de M. S. Dufour (4) montrant que, dans certaines circonstances, l'eau peut rester liquide jusqu'à 10° et même jusqu'à 20° au-dessous

(1) Delesse, *Annales des mines*, 1853, III, 747. — Bibliothèque universelle de Genève, 1848.
(2) *Revue de géologie pour l'année* 1861, II, 124.
(3) *Zeitschrift der deutschen Geologischen Gesellschaft*, 1860-61; XIII, 61.
(4) *Revue des sciences et de l'industrie*, par MM. Grandeau et Laugel, 1862; 80.

de zéro. Il suffit pour cela qu'elle flotte en globules dans un bain de même densité, et l'on réussit d'autant mieux que ses globules sont plus petits. D'autres corps, tels que le soufre et le phosphore présentent la même particularité. Si l'on admet que le quartz puisse aussi rester liquide à une température inférieure à celle à laquelle il se solidifie, l'on aura écarté une partie des difficultés tenant à ce que, dans le granite, la cristallisation du quartz a suivi celle du feldspath. L'ensemble de ces faits viendrait donc, jusqu'à un certain point, à l'appui de la théorie qui prétend expliquer par la surfusion les caractères que le quartz présente dans le granite.

Trachyte, basalte.— Ayant observé que l'hornblende du trachyte est pénétrée par du mica brun tombac, M. le professeur G. Bischof (1) a été conduit à admettre que ce mica s'est développé par un pseudomorphisme de l'hornblende. M. de Dechen (2) combat cette opinion et fait remarquer que le mica du trachyte ne se trouve pas seulement dans les cristaux de hornblende, mais qu'il est aussi en lamelles complétement isolées; d'où M. de Dechen conclut qu'il ne provient pas d'un pseudomorphisme. C'est aussi l'opinion que nous avons formulée nous-même dans des publications précédentes (3); on ne saurait douter, en effet, que le mica ne soit originaire dans le trachyte aussi bien que dans les laves; quoique la pénétration de l'hornblende par le mica offre les apparences d'une pseudomorphose, on doit donc l'attribuer à l'association et à l'enveloppement de ces deux minéraux.

Il ne nous paraît pas non plus que la présence de carbonates dans le basalte, et en particulier de carbonate de chaux, indique nécessairement la décomposition d'une partie de son feldspath et de son augite dont la chaux se serait combinée avec l'acide carbonique des eaux d'infiltration (4). Nous pensons au contraire que les carbonates se trouvant dans une roche éruptive peuvent très-bien être originaires; et du reste il en est de même pour l'eau de combinaison qui les accompagne.

Or.

M. l'ingénieur P. Laur (5), à la suite d'une exploration des mines de la Californie a présenté diverses considérations théoriques sur l'origine des gîtes aurifères. Il observe d'abord que lorsqu'on se trans-

(1) G. Bischof. *Lehrbuch*, II, 870-877.
(2) *Geognostischer Führer in das Siebengebirge*, 1861; 115 et 151.
(3) Delesse. *Recherches sur l'origine des roches.* — Bulletin de la Société géologique (2) XV, 720.— *Recherches sur les pseudomorphoses.*
(4) G. Bischof. *Lehrbuch*, etc., II, 710.
(5) *Comp. rend.*, 1861; LIII, 1096.

porte dans la région à l'est de la Sierra Nevada californienne, elle offre un caractère volcanique très-prononcé qui se révèle par des trachytes, des basaltes, des obsidiennes, des ponces, et par de nombreuses sources minérales qui émergent presque toujours en ébullition. A Steamboat Valley, par exemple, M. Laur a reconnu que le granite est traversé par une éruption de basalte et par plusieurs crevasses ayant une longueur moyenne de 1,500 mètres. Toutes ces crevasses sont remplies d'eau bouillante qui pendant l'hiver déborde et s'écoule; pendant l'été l'eau n'arrive pas au dehors, mais on entend son bouillonnement à une petite profondeur et elle se dégage en abondance à l'état de vapeur. Ce sont de véritables filons d'eau qui laissent écouler des eaux minérales et thermales fortement alcalines et qui à la surface donnent lieu à des dépôts spongieux contenant de la silice, de l'oxyde de fer et du soufre. Sur certains points ces eaux ont produit du quartz silex à structure rubannée qui indépendamment de l'oxyde de fer est accompagné d'une très-petite proportion de pyrites de fer et de cuivre ainsi que d'or métallique. Les dépôts siliceux qu'elles produisent ont quelquefois des épaisseurs de 3 mètres et s'étendent jusqu'à 20 mètres des bords des crevasses. M. Laur conclut de ces faits qu'à Steamboat, un filon de quartz aurifère s'est formé au contact du granite par l'action de la vapeur d'eau dérivant d'une éruption de basalte. Il admet même que les filons de quartz aurifère, si nombreux dans la contrée, doivent leur origine à des phénomènes analogues à ceux de Steamboat; et ce qui lui parait confirmer son hypothèse, c'est l'existence d'efflorescences salines et de lacs salés dans les plaines à l'est de la Sierra Nevada.

M. Laur ajoute d'ailleurs que dans les mines d'or du terrain de transport, le métal est disséminé en paillettes jusque dans la silice qui cimente les poudingues; de plus, il peut être associé à de la pyrite de fer, et, à Grass-Walley, l'on exploite même une couche d'argile très-riche en or, qui est accompagnée de pyrites et d'empreintes végétales. Ces faits, comme le remarque M. Laur, ne peuvent s'expliquer en admettant que le métal provienne de la destruction des filons de quartz aurifère; tandis qu'ils se coordonnent très-bien si l'on suppose que des sources analogues à celles de Steamboat aient imprégné les poudingues et les argiles. La présence de l'or dans ces gisements paraît donc devoir être attribuée à une métallisation comme celle que nous offrent souvent les autres métaux; elle aurait eu lieu, soit au moment du dépôt, soit postérieurement et elle aurait été opérée par des sources minérales tenant de l'or en dissolution.

Les recherches de M. Genth (1) viennent du reste confirmer ces considérations théoriques; car elles nous ont appris que l'or des terrains de transport présente souvent des caractères indiquant qu'il a été dissous, et de plus, il n'a pas toujours la même composition que celui des filons quartzeux qui l'avoisinent.

En résumé, bien que l'or des alluvions et des terrains de transport formés aux différentes époques, résulte le plus souvent de la destruction de roches aurifères, on comprend que dans certaines circonstances, telles que celles qui viennent d'être signalées, il puisse provenir également d'un dépôt chimique ou d'une métallisation produite par des sources minérales.

Minerais divers.

A la suite d'une exploration des gîtes métallifères de la Hongrie et de la Transylvanie (2), M. de Richthofen (3) a proposé une théorie pour en expliquer la formation. Il pense que ces gîtes ont pris naissance, soit pendant, soit après l'éruption des roches trachytiques. Des dégagements de fluorures et de chlorures gazeux auraient d'abord pénétré dans les fentes dans lesquelles elles auraient donné du quartz et des chlorures métalliques. Des vapeurs d'hydrogène sulfuré leur succédant auraient ensuite transformé les chlorures métalliques en sulfures. Enfin l'eau atmosphérique venue en dernier lieu aurait produit des zones alternatives de quartz et de sulfure métalliques, oxydé les sulfures métalliques, engendré la baryte sulfatée, et la chaux carbonatée.

M. B. de Cotta (4) observe que cette explication est entièrement hypothétique; car elle repose uniquement sur l'existence de dégagements analogues à ceux des volcans. Or, dans les gîtes métallifères de la Hongrie et de la Transylvanie, on ne rencontre que très-rarement des traces de combinaisons avec chlore ou avec fluor. La deuxième phase dans laquelle on fait intervenir l'hydrogène sulfuré étant basée sur la première ne peut pas non plus être admise. Maintenant il est également assez difficile de

(1) Revue de géologie de 1860; I, 103.

(2) Revue de géologie de 1860; I, 78.

(3) *Neues Jahrbuch v. Leonhard*, 1859; 835. — *Studien aus dem Ungarisch-Siebenbürgischen Trachyt-Gebirge. Wien* 1861.

(4) *Gangstudien oder Beiträge zur Kenntniss der Erzgänge*, herausgegeben von B. von Cotta und H. Muller. IV, 1re livraison, 208.

concevoir comment l'eau atmosphérique aurait pu donner des zones régulières de quartz et de sulfures métalliques.

Nous pensons que ces critiques de M. B. de Cotta sont fondées, et quant à l'appréciation du rôle que les chlorures et les fluorures ont pu jouer dans la formation des filons, nous renvoyons aux travaux remarquables de M. Henry Sainte-Claire Deville (1). En définitive, il nous paraît beaucoup plus simple d'admettre que ces gîtes métallifères de Hongrie ont une origine hydroplutonique; ils résulteraient alors de dépôts opérés dans la profondeur et pendant une longue durée par l'intermédiaire de dissolutions aqueuses; ils auraient accompagné et suivi les éruptions trachytiques. Généralement on ne les trouve pas dans le véritable trachyte, mais dans celui qui passe au grunstein ou dans le timazite; d'après M. B. de Cotta cela doit être attribué à ce qu'ils ont été engendrés à une certaine profondeur au-dessous du sol, dans la partie où la masse éruptive changeant de caractères, cesse d'être volcanique pour devenir plutonique. Nous sommes porté à croire cependant que si le timazite diffère du véritable trachyte, ce n'est pas tant parce qu'il s'est formé à une profondeur plus grande que parce qu'il était à une température moins élevée. On comprend d'ailleurs que toutes choses égales, les dépôts métallifères devaient s'opérer moins facilement à la température du trachyte, qu'à une température plus basse; c'est ce qui explique pourquoi dans la Hongrie et dans la Transylvanie ces dépôts ont plutôt suivi qu'accompagné les phénomènes éruptifs; pourquoi ils sont postérieurs à la consolidation du trachyte ou du timazite; enfin pourquoi ils ont pu se continuer indépendamment de ces roches et après leur éruption.

Dans ces derniers temps, on a prétendu que l'existence du feldspath adulaire dans les filons métallifères de Schemnitz, était un argument contre toute origine ignée des roches feldspathiques. Mais, comme le remarque avec raison M. B. de Cotta, ce fait indique seulement que le feldspath est susceptible de se former par voie hydroplutonique; ce qui n'empêche pas qu'il ne se forme aussi par l'action de la chaleur, comme dans les laves et dans le fourneau de Sangershausen. Du reste, ainsi que nous l'avons déjà fait observer dans des publications précédentes, un même mineral peut très-bien se produire en présence de la chaleur ou en présence de l'eau et par conséquent avoir une origine très-complexe (2).

---

(1) *Comptes rendus de l'Académie des sciences*, 1861.

(2) Delesse. Recherches sur l'origine des roches. *Bull. de la Soc. géol.*, 1858 [2], XV, 728.

— M. R. Ludwig (1) a également fait des recherches sur le mode de formation des minerais métalliques, particulièrement de ceux qui se trouvent en couches et qui résultent de décompositions.

Dans les roches stratifiées, on rencontre assez fréquemment des métaux à l'état de sulfures ; ils proviennent alors de ce que les sulfures alcalins et terreux engendrés par la décomposition des plantes ou des animaux précipitent des sulfures métalliques aux dépens des oxydes qui sont contenus dans les dissolutions. On voit très-souvent, par exemple, des débris de plantes ou d'ossements qui sont changés en pyrite de fer. Il en est encore de même pour d'autres métaux ; car la galène, la blende, le cuivre gris, la pyrite de cuivre peuvent également prendre la forme des plantes et des animaux ; c'est notamment ce que l'on observe dans le Zechstein et dans le schiste cuivreux de l'Allemagne ainsi que dans le terrain permien de la Russie. On comprend d'ailleurs que ces sulfures puissent encore être déposés directement par des eaux sulfurées et métallifères qui seraient venues de l'intérieur de la terre et se seraient répandues dans des bassins lacustres ou marins.

Considérons actuellement les oxydes métalliques et en particulier ceux de fer. M. R. Ludwig admet que tous ceux qui se trouvent dans les roches éruptives proviennent d'une décomposition qui les a dégagés de leurs combinaisons avec la silice. Mais il nous paraît qu'étant formulée d'une manière aussi absolue, cette hypothèse ne saurait guère être acceptée ; car si l'oxyde de fer des laves proprement dites est habituellement combiné avec la silice, il peut aussi les imprégner à l'état d'oxyde et notamment de fer spéculaire. Maintenant dans le mélaphyre, dans l'euphotide, dans la diorite, dans le granite, rien n'empêche que les oxydes de fer ne se soient séparés en présence de la silice : c'est du reste d'autant plus facile à concevoir qu'il n'est aucunement démontré que ces roches aient été à l'état de fusion ignée comme les laves ; tout porte même à croire que cela n'a pas eu lieu.

Les roches stratifiées contiennent souvent des oxydes et des carbonates de fer qui y sont originaires. Pour l'expliquer M. Ludwig observe que les eaux qui ont dissous du carbonate de fer, en filtrant à travers des roches ferrugineuses, se rendent fréquemment dans des marécages où croissent des mousses, des conferves et diverses plantes. Alors ces plantes décomposent le bicarbonate de fer ; lui enlevant un atome d'acide carbonique, elles le rendent par cela

(1) *Geogenische und Geognostische Studien auf eine Reise durch Russland und den Ural*, 119.

même insoluble, en sorte qu'une couche mince de carbonate de fer vient recouvrir leur surface. Mais elles décomposent ensuite l'acide carbonique; elles s'assimilent son carbone, tandis que son oxygène se porte sur le carbonate de fer qu'il change en hydroxyde, mettant ainsi en liberté une quantité nouvelle et correspondante d'acide carbonique. Tel est le procédé, analogue du reste à ceux décrits déjà par d'autres savants, par lequel M. Ludwig explique la formation de la limonite.

Parmi les minerais de fer de l'époque actuelle qui se forment dans ces conditions, il mentionne la limonite qui, sur $0^m,50$ à $1^m,50$, recouvre des mousses près de Lithwinsk et dans un grand nombre de points de l'Oural; cette limonite constitue un minerai celluleux, avec nombreuses empreintes végétales, qui est riche, facilement fusible et recherché pour la fabrication du fer.

Dans les forêts marécageuses d'Auwal, près de Prague, M. Ludwig signale également une couche de minerai de fer qui atteint 1 mètre d'épaisseur et qui est remarquable par la présence d'oxyde de fer anhydre; c'est un fait intéressant parce qu'il montre bien que l'hématite peut se former de cette manière. Du reste, certaines eaux minérales, comme celles de Nauheim, déposent aussi de l'oxyde de fer anhydre qui provient de la décomposition du bicarbonate par des oscillaires et des diatomées.

Partant de ces observations sur les minerais de fer de l'époque actuelle, M. Ludwig a ensuite recherché dans la série des terrains quelles sont les couches auxquelles on peut attribuer la même origine. Dans le terrain tertiaire de Wettéravie, il indique d'abord de l'oxyde anhydre et hydraté qui paraît avoir été précipité de dissolutions aqueuses par l'intermédiaire de plantes. On y trouve, en effet, une grande quantité de mousses, de graminées, de conferves, avec des empreintes bien conservées de fougères, de conifères, de lauriers et même des fleurs ainsi que des fruits. Le terrain tertiaire des bords du Rhin offre également une limonite avec des débris de plantes; mais comme sa richesse ne dépasse pas 30 p. 100 de fer, elle n'est pas exploitée. Les couches de limonite jaune et de fer carbonaté de Montabaur dans le Nassau, celles des environs de Bonn et de Siegburg renferment encore une multitude de plantes; par suite leur formation s'explique facilement à l'aide de la théorie qui vient d'être donnée. Ces plantes sont surtout des lauriers et des conifères. Quant au minerai, il est compacte et n'a pas été précipité sur des mousses, puisqu'on trouve rarement des empreintes de ces dernières. Il est vraisemblable que le fer carbonaté de ces divers gisements est originaire et que précipité par des dia-

tomées, il a formé une enveloppe autour des plantes. Comme le carbone provenant de ces plantes est mélangé en forte proportion à ce minerai, il a dû s'oxyder en partie aux dépens du gaz oxygène dégagé par les diatomées, en sorte qu'il a préservé plus ou moins complétement le carbonate de fer d'une transformation en hydroxyde.

Si nous passons au terrain crétacé, nous pouvons signaler en France les couches de minerai de fer qui sont exploitées dans le terrain néocomien de la Haute-Marne et dans lesquelles MM. Cornuel et Tombeck ont constaté l'existence d'un grand nombre de débris végétaux quelquefois très-bien conservés.

M. Ludwig indique encore des minerais ayant la même origine qui s'observent dans les terrains jurassique, permien, dévonien et silurien. Ainsi des minerais de fer contenant des restes de plantes et formés de limonite ou de sphérosidérite se trouvent dans le Jura du Teutoburgerwald, dans le lias et dans le Jura brun des environs de Paderborn. Le grès rouge (todtliegende) d'Altenstadt renferme de la sphérosidérite impure qui est entièrement remplie de débris de mousses et de fougères (odontopteris obtusiloba); c'est alors une formation lacustre comme les nombreuses couches de limonite et de sphérosidérite appartenant au terrain houiller. Dans la Westphalie, dans la Saxe, dans la Silésie, les couches de minerais de fer du terrain houiller contiennent des calamites, des stigmariées, des sigillariées, des lycopodiacées, des fougères; elles alternent avec les couches de houille et elles s'y relient visiblement d'une manière très-intime. A Kladno près Prague, de la sphérosidérite en grains oolitiques se montre dans une masse de fer carbonaté spathique qui est noire et riche en carbone. De même que dans le terrain jurassique de Minden, ces grains paraissent avoir été précipités sur des conferves et des diatomées, le carbone en excès ayant alors absorbé l'oxygène dégagé par les plantes.

En résumé, dans la théorie proposée par M. R. Ludwig, l'oxyde de fer anhydre ou hydraté et le sphérosidérite auraient été précipités par des plantes vivant dans des eaux contenant du bicarbonate de fer; tandis que les sulfures et les phosphures métalliques, tels que ceux de fer, proviendraient de la réaction des plantes mortes et décomposées, spécialement des parties minérales qu'on retrouve dans leurs cendres. Les minerais de fer en couches résulteraient en définitive de phénomènes de décomposition opérés à la fois par les plantes et par les agents atmosphériques.

Métamorphisme des roches éruptives.

C'est encore par des phénomènes de décomposition opérés par

les agents atmosphériques que M. R. Ludwig (1) a cherché à expliquer les différences que présentent entre elles certaines roches éruptives. Il observe d'abord que les laves ne contiennent pas de fer à l'état d'oxyde, tandis qu'il y en a dans le basalte, dans le mélaphyre, dans la dolérite. Cependant, d'après M. R. Ludwig ces roches éruptives devaient avoir originairement à peu près la même composition ; comme leur analyse montre qu'elles ont beaucoup moins de fer à l'état de silicates que les laves, il en conclut qu'elles ont été décomposées en donnant du fer oxydulé et du fer carbonaté. Dans cette hypothèse, le métamorphisme des roches serait d'autant plus grand qu'elles auraient été altérées plus longtemps ou plus complétement par les agents de la surface. Ainsi, la lave différerait moins du basalte que de la dolérite, du mélaphyre, de l'aphanite, de l'hypérite, de la diabase, de la diorite : ou bien si l'on considère une série parallèle à la précédente, l'obsidienne différerait moins du trachyte que du phonolite, du porphyre et du granite.

Une pareille extension donnée au métamorphisme tendrait, ce nous semble, à rapporter toutes les roches éruptives à deux types qui seraient plus ou moins décomposés ; et, bien que cette hypothèse ait pour elle l'autorité de plusieurs savants éminents, il nous est tout à fait impossible de l'admettre. On peut concevoir assurément que dans certaines circonstances la dolérite se change en diorite et le trachyte en granite ; nous avons cherché nous-même à l'établir dans un travail antérieur (2). Mais alors il ne s'est pas opéré une simple décomposition de la roche primitive par les agents atmosphériques ; cette roche a été complétement détruite et, bien que ces éléments aient été conservés, elle a été soumise à une cristallisation nouvelle. Les différences qui existent entre la lave et la diorite, l'obsidienne et le granite, ne sauraient aucunement être considérées comme le résultat d'une décomposition produite par les agents atmosphériques, quelque complète et quelque prolongée qu'on la suppose ; il est visible qu'elles tiennent uniquement aux conditions spéciales dans lesquelles ces roches se sont formées.

Glaciers antérieurs à l'époque actuelle.

Les glaciers ne sont pas nécessairement limités à l'époque actuelle et divers faits semblent même accuser leur existence à des

(1) *Geognische und Geognostische Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural*, 123.

(2) Delesse. *Études sur le métamorphisme des roches*, in-4, 1860.

époques extrêmement reculées. Telle est du moins l'opinion formulée par plusieurs géologues qui, dans ces derniers temps, ont étudié les anciens glaciers en France, en Norwége, en Lombardie, en Angleterre et dans divers pays de l'Europe.

MONT DORE. — Sur le versant sud du mont Dore, M. H. Lecoq (1) a découvert un terrain erratique qui offre une grande ressemblance avec celui de la Scandinavie. Comme ce dernier, il présente des oezars ou traînées de blocs; comme lui encore, il a produit des monticules ayant un côté choqué et un côté préservé. « Il est évident, dit M. Lecoq, qu'en Auvergne, une force puissante entraînait des parties élevées du mont Dore des masses de basalte et de trachyte qui venaient frapper avec violence toutes les saillies du terrain granitique des vallées inférieures. Les basaltes surtout, à cause de leur extrême dureté, agissaient comme une formidable artillerie en choquant toutes les aspérités des roches primitives; puis ces énormes boulets après avoir épuisé leurs forces s'arrêtaient en longues traînées. »

Recherchant l'explication théorique de ce phénomène, M. Lecoq observe qu'à partir du moment où l'eau s'est maintenue à l'état solide sur la surface de la terre, on peut distinguer deux époques: 1° l'époque névéenne pendant laquelle la neige et le nevé se produisent en abondance, mais se fondent chaque année pendant l'été; 2° l'époque glaciaire qui date du moment où les restes de nevé s'accumulant et s'augmentant chaque année, les glaciers se forment et s'étendent dans les vallées. C'est en définitive à la fusion de grandes quantités de névé, et non à des transports opérés par de véritables glaciers, que M. Lecoq rapporterait le phénomène erratique de l'Auvergne (2).

Comme sa théorie s'écarte beaucoup de celles qui ont été adoptées par d'autres géologues glaciéristes, il convient de la reproduire ici telle qu'il l'a formulée lui-même.

Considérons « la période géologique relativement moderne, où « l'eau, à l'état solide, est intervenue dans la formation des terrains. « Dès lors commence une série de phénomènes qui n'avaient pas « encore eu lieu sur la terre.

« Notre planète, douée d'une température plus élevée, enve- « loppée d'une atmosphère plus chaude et par conséquent plus

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, 1861; XII, 29. *Annuaire de l'Institut des provinces*, 1862, p. 105.

(2) Voir aussi Lecoq. *Des glaciers et des climats ou des causes atmosphériques en géologie*, in-8, 1847.

« humide, pouvait alors réunir, sur des points élevés et condensa-
« teurs, des neiges abondantes qui s'accumulaient pendant la
« durée d'une saison.

« A partir de cette époque commencent ces terrains de trans-
« port, caractérisés par le tumulte et le désordre des torrents. La
« fonte subite de ces neiges, les pluies hivernales qui les ac-
« compagnaient donnaient naissance à des cours d'eau périodiques
« et violents, capables de communiquer une terrible impulsion aux
« débris qu'ils entraînaient.

« C'est à ces débâcles qu'il faut rapporter et le nombre et la vi-
« tesse des blocs qui ravageaient les vallées, et qui, ayant épuisé
« leurs forces, se déposaient sur les plaines, ou s'arrêtaient en
« longues traînées.

« Cette époque de dépôt et de fusions alternatives de neiges
« abondantes a précédé, partout sur la terre, cette période gla-
« ciaire pendant laquelle les neiges, transformées en névé, puis en
« glace, se sont étendues sous la forme de fleuves coagulés, à de
« grandes distances de leur point d'origine. »

Norwége. — Le sud de la Norwége est couvert par des dépôts de transport bien autrement développés et dont l'origine a donné lieu à de nombreuses discussions. Étudiant de nouveau les caractères paléontologiques et géologiques de ces dépôts de transport, MM. Sars et Th. Kjerulf (1) ont cherché à expliquer leur formation qu'ils attribuent en partie à des phénomènes glaciaires. Ils distinguent trois groupes dans ces dépôts dont chacun comprend lui-même plusieurs sous-divisions correspondant à trois périodes différentes : ce sont le groupe glaciaire ancien, le groupe postglaciaire et les alluvions de l'époque actuelle.

1° Le *groupe glaciaire ancien* est composé d'amas glaciaires, de graviers, de sable, d'argile marneuse et de dépôts coquilliers. Sa formation a été expliquée par diverses hypothèses, et l'on a surtout adopté en Norwége celle de M. Sefström qui fait intervenir l'eau; mais MM. Kjerulf et Sars objectent, avec les géologues glaciéristes qui ont étudié la question, que si l'eau peut polir les roches, elle ne saurait les buriner et y tracer des stries. Ils admettent donc l'existence d'immenses glaciers continentaux qui auraient recouvert la Norwége et qui, à l'époque actuelle, auraient leurs analogues dans ceux que M. Rink a décrits au Groënland. L'étude des stries

(1) *Jagttagelser over den postpliocène eller glaciale formation.* — Revue de géologie de 1860; I, 151.

montre, en effet, que les blocs qui ont buriné les roches se trouvent à la base des amas glaciaires. De plus, ces stries ne sont aucunement parallèles entre elles, lorsqu'on les considère dans leur ensemble; les cartes de MM. Hörbye et Rördam montrent même qu'elles ont des directions très-différentes. Maintenant, d'après MM. Kjerulf et Sars, les amas glaciaires présentent des accumulations de sable, de gravier avec des blocs, et ils reposent sur des roches burinées; ce sont d'anciennes moraines qui sont perpendiculaires ou parallèles aux vallées, et, par suite, tantôt frontales, tantôt latérales. Des blocs erratiques charriés par des glaces flottantes ont pu d'ailleurs s'arrêter ultérieurement sur certaines parties de ces moraines. Au bord du golfe de Christiania et sur ses deux rives, les moraines se continuent sur une étendue énorme; elles sont groupées suivant deux directions se coupant sous un angle presque droit et ouvert du côté du golfe. Elles ont buriné des stries qui sont à peu près perpendiculaires à leurs deux directions; il est probable que ces moraines se sont formées vers la côte à une époque où la Norwége était couverte par d'énormes glaciers.

Les dépôts de la période glaciaire sont du reste accompagnés d'argiles stratifiées marneuses ou sablonneuses qui se formaient à la même époque par l'action des eaux douces et salées. On y trouve des coquilles marines indiquant que la mer baignait alors la côte de Norwége jusqu'à 200 mètres au-dessus du niveau actuel. D'un autre côté, M. Sars a reconnu, par l'examen de ces coquilles, que la faune peuplant cette mer est précisément celle qu'on retrouve sur le littoral de l'océan Arctique. Ce résultat viendrait donc confirmer l'hypothèse que la Norwége de cette époque était partout revêtue d'un manteau de glaces.

2° Le *groupe postglaciaire* est formé d'argile et de sables renfermant des coquilles, ainsi que d'argile à tuiles et de sables stratifiés. Tandis que les mollusques du groupe glaciaire sont en moyenne à 130 mètres au-dessus de la mer actuelle, ceux du groupe postglaciaire se trouvent au plus à 50 mètres. L'argile à tuiles ne contient pas de coquilles et paraît avoir une origine terrestre ou continentale. L'argile sablonneuse passe souvent à un sable stratifié qui entoure manifestement les moraines ou les amas glaciaires remontant à la première période et appartenant au groupe précédent. La faune de cette époque était d'ailleurs plus septentrionale que celle qui vit maintenant sur le littoral de la Norwége.

3° Le *groupe de l'époque actuelle* comprend les alluvions, en général, qu'elles soient marines ou fluviales, les tourbes, les deltas,

les dépôts des cours d'eau, ainsi que des sables et des cailloux roulés. Les mollusques qu'on trouve dans les couches de cette époque ne diffèrent pas de ceux qui peuplent encore le littoral de la Norwége. Cependant M. Sars signale quelques espèces, telles que le trochus magus, le topes decussata qui n'y existent plus actuellement, tandis qu'elles vivent dans la Méditerranée. De plus, on trouve à l'état fossile, en Italie, des mollusques et divers animaux du littoral norwégien qui sont inconnus sur le littoral atlantique. Par ce double motif, il semblerait donc qu'il y avait autrefois vers l'est une communication entre la mer du Nord et la Méditerranée; cette communication aurait été interrompue lors de la formation définitive des Alpes.

Indépendamment des considérations théoriques qu'il renferme, le mémoire de MM. Kjerulf et Sars réunit un grand nombre de faits intéressants; il est d'ailleurs accompagné d'une carte géologique donnant la position des trois groupes qui viennent d'être distingués dans le terrain de transport des environs de Christiania.

Alpes. — L'extension des glaciers des Alpes, soit pendant l'époque actuelle, soit à des époques antérieures, a fait, comme l'on sait, l'objet des recherches de géologues très-nombreux. Dans ces derniers temps, M. de Mortillet (1) s'est occupé spécialement des anciens glaciers qui descendaient sur le versant italien des Alpes et il en a donné une carte restaurée. A différentes reprises le même sujet a également été traité par MM. Agassiz, Desor, Martins, Ed. Collomb, Gastaldi, Cornalia, Stoppani, Villa, Paglia, Parolini, Pirona, et par d'autres géologues glaciéristes.

Étudiant le terrain de transport sur le versant italien, M. de Mortillet signale des traces de glaciers dans toutes les grandes vallées Alpines, depuis celle de Stura à l'ouest, jusqu'à celle du Tagliamento, à l'est. Ces glaciers venaient en partie déboucher dans la plaine du Pô; ceux du Tagliamento descendaient même jusque dans l'Adriatique, qui était alors plus étendue qu'elle ne l'est maintenant. D'après l'auteur, le plus important de ces immenses glaciers italiens était celui de la vallée de l'Adige. Réunissant les glaces de tout le versant méridional des Alpes du Tyrol, il descendait par Trente et Roveredo; puis débordant de la vallée profonde qui l'encaissait, il allait remplir sur la droite l'immense bassin du lac de Garde à l'extrémité méridionale duquel il a formé plusieurs rangs de collines élevées qui ne sont autre chose que ses moraines terminales. Elles s'ob-

(1) *Atti della Società italiana di Scienze naturali in Milano*, III.—Carte des anciens glaciers du versant italien des Alpes.

servent encore très-bien à Lonato, Castiglione, Solferino, Somma Campana, ainsi qu'à Decenzano, San-Martino, Peschiera.

D'après M. G. de Mortillet, ces grands glaciers des Alpes ont d'ailleurs été précédés par un terrain de transport extrêmement puissant qui a comblé une partie des vallées et qui s'étend au loin dans la plaine. Ce terrain présente une stratification plus ou moins nette, et ses dépôts qui consistent en cailloux, sables, marnes et argiles sont groupés par ordre de grosseur; de plus les cailloux ne portent jamais de stries et leurs formes sont constamment arrondies.

C'est visiblement à l'action des eaux que ce terrain de transport doit être attribué et il constitue l'alluvion ancienne qui date du dernier soulèvement des Alpes.

Lorsque les glaciers italiens ont pris l'extension dont nous venons de parler, on comprend qu'ils aient pu creuser les bassins remplis par l'alluvion ancienne, car le fond de ces bassins était d'abord un terrain meuble; d'un autre côté M. de Mortillet observe que par suite de leur épaisseur, les glaciers exerçaient une pression considérable dans le sens vertical; il estime même qu'elle pouvait atteindre 500.000 kilogrammes par mètre quarré; se combinant avec la force énorme qui produisait la descente des glaciers, elle donnait pour résultante une force qui tendait visiblement à creuser le sol; comme cette force était très-puissante, elle devait approfondir le lit inférieur des glaciers et fouiller le terrain meuble de l'alluvion ancienne. Telle est l'origine que M. G. de Mortillet attribue aux lacs qui, en Italie, occupent le débouché des vallées Alpines. Bien que leur profondeur maximum varie de 290 à 797 mètres, les lacs Majeur, de Lugano, de Côme, d'Iseo, de Garde auraient, en définitive, été creusés par les glaciers et seraient ce que M. de Mortillet nomme des *lacs d'affouillement*.

Certains lacs plus petits doivent d'ailleurs leur existence à des moraines terminales qui retenant leurs eaux forment des digues naturelles; ils ont déjà été signalés dans d'autres pays, et ce sont des *lacs morainiques*.

L'explication proposée par M. de Mortillet pour expliquer la formation des lacs des Alpes se trouve en opposition avec celle de M. Desor (1). On se rappelle en effet que ce savant les divise en lacs orographiques et en lacs d'érosion; de plus il les regarde comme étant antérieurs à l'époque glaciaire.

Suivant M. de Mortillet, les moraines et les dépôts des glaciers seraient, au contraire, postérieurs à l'alluvion ancienne; en

(1) Revue suisse, 1860.

outre cette alluvion puissante aurait nécessairement comblé les bassins des lacs d'érosion s'ils avaient existé au moment de sa formation; ce sont donc bien les glaciers qui ont creusé les lacs d'érosion ou d'affouillement dans l'alluvion ancienne.

Lombardie. — Par une étude des glaciers et du terrain erratique des Alpes, M. Omboni (1) a cherché de son côté à reconstituer l'histoire géologique de la Lombardie pendant la dernière période, c'est-à-dire pendant celle qui précède immédiatement l'époque actuelle.

Il observe que la vallée du Pô était d'abord baignée par la mer pliocène qui la recouvrait en partie; car à Varèse, à Nese, à Colombano, à Castenedolo, on trouve des fossiles et des sédiments qui ont été déposés par cette mer. Après cette époque, M. Omboni en distingue encore quatre autres qui résultent de phases différentes par lesquelles passèrent les glaciers pendant l'époque quaternaire; il les caractérise ainsi :

1° *Première phase de l'époque glaciaire.* — Dislocation lente et graduelle par laquelle les Alpes ainsi que les Apennins prennent leur forme et leur étendue définitives. La vallée du Pô devient un grand golfe de la mer Adriatique avec des eaux peu profondes. Formation des plus anciens dépôts quaternaires qui font suite au pliocène et renferment des ossements de grands quadrupèdes. Commencement de l'extension des grands glaciers des Alpes, par suite d'un climat froid et humide qui amène la destruction de ces animaux.

2° *Seconde phase de l'époque glaciaire.* — Les glaciers occupent toutes les vallées des Alpes ainsi que les bassins des lacs; ils s'étendent sur les lieux où sont situés aujourd'hui Sesto-Calende, Porto, Mendrisio, Côme, Lecco, Iseo, etc. Comme les torrents étaient grossis au commencement, ils entraînaient les matériaux apportés par les glaciers; c'est de ces matériaux que se compose *l'alluvion ancienne :* celle-ci a élevé le fond du golfe, et comblé les lagunes, par conséquent la terre ferme a été augmentée et en même temps le golfe a dû diminuer. Les matériaux des alluvions forment des strates dans les eaux calmes et peu profondes, tandis qu'ils se déposent en lits irréguliers dans les endroits où agissent seulement les torrents. Les cailloux apportés par les glaciers perdent leurs raies et leurs stries par suite de leur remaniement par les eaux; ils prennent une forme arrondie dans l'alluvion, et il en est de même pour les gros blocs qui perdent aussi leurs angles.

---

(1) *Antichi ghiacciaj e terreno erratico di Lombardia. — Atti della Società italiana di Scienze naturali in Milano*, III. — Mémoire lu à la réunion du 26 avril 1861 de la Société italienne des sciences naturelles. (Extrait par M. Ed. Collomb.)

3° *Troisième phase de l'époque glaciaire.*—Les glaciers s'étendent encore un peu. En creusant la partie supérieure de l'alluvion ancienne, ils arrivent jusqu'aux moraines extrêmes; en même temps se continue la production de l'alluvion au delà des amphithéâtres morainiques.

4° *Quatrième et dernière phase de l'époque glaciaire*, qui passe insensiblement à *l'époque actuelle.*—Le climat devient moins froid; les glaciers diminuent lentement d'extension, et se retirent peu à peu dans les limites qu'ils occupent actuellement sur les hautes Alpes. Des moraines concentriques se forment dans les vallées et se rapprochent de plus en plus des Alpes centrales. Les torrents dégradent en partie les moraines dont ils transportent plus ou moins lentement les matériaux; ils forment la partie la plus superficielle des alluvions, qu'on peut déjà appeler *alluvions modernes*. Les glaciers persistent cependant et occupent encore pendant longtemps les vallées les plus profondes, dont ils empêchent le comblement par des alluvions; puis la fonte de ces glaciers aurait engendré les lacs d'Orta, Majeur, de Côme et de Lecco, du haut Brianza, d'Iseo, etc. Telle est du moins l'hypothèse proposée par M. Omboni pour expliquer la formation des lacs, et, comme on le voit, elle est entièrement différente de celles qui ont été admises par MM. Desor et de Mortillet.

Nous ajouterons que le mémoire de M. Omboni est accompagné de deux cartes; sur l'une il a restauré, d'après leurs moraines, les glaciers de la Lombardie; sur l'autre il a figuré la distribution des différentes roches des Alpes dans le terrain de transport, et il est facile de constater qu'elles y sont réparties avec la régularité qui caractérise surtout les dépôts opérés par les glaciers.

Pays de Galles. — Enfin M. Ramsay (1) attribue aux glaciers une origine encore beaucoup plus ancienne qu'aucune des personnes dont nous venons d'analyser les recherches, car il les fait remonter jusqu'au terrain permien. Bien que ce résultat puisse assurément paraître bien extraordinaire, il est certain que dans le comté Worcester, à Six Ashes, près d'Enville, ce savant géologue a trouvé un conglomérat permien qui présente des caractères tout spéciaux. Les blocs qui le composent atteignent parfois de grandes dimensions et sont accumulés sans stratification distincte. De plus ils sont venus de très-loin, puisque les roches desquelles ils proviennent se rencontrent seulement dans le pays de Galles et quelquefois à

(1) *Quarterly Journal of the Geological Society*, 1855.

plus de vingt lieues; d'un autre côté, ils sont anguleux ou légèrement arrondis; ils portent surtout des stries bien nettes, dirigées dans différents sens, en sorte qu'ils offrent tous les caractères des cailloux que l'on appelle glaciaires. M. Ramsay a réuni une belle collection de ces cailloux au musée du Geological Survey de Londres; d'après leurs caractères, il pense qu'ils ont été transportés par des glaces flottantes qui se détachaient des côtes du pays de Galles pendant que se déposait le terrain permien; il admet par conséquent que, dès cette époque, notre globe était assez refroidi pour que des glaces permanentes pussent se former à la latitude du nord de l'Europe.

En tous cas, les observations faites séparément en Scandinavie, en Angleterre, en France, dans les Alpes et dans diverses chaînes de montagnes indiquent pour l'Europe l'existence d'une période de froid qui a précédé l'époque actuelle : les glaciers avaient alors une extension beaucoup plus grande, et ils couvraient des régions dans lesquelles ils n'existent plus maintenant.

TROISIÈME PARTIE.

Paléontologie.

Passage de certaines espèces d'un terrain dans un autre. — La doctrine qui consiste à attacher inflexiblement les espèces animales et végétales à un terrain particulier et qui repousse toute idée de mélange d'espèces, même aux limites des terrains, reçoit chaque jour de l'observation de nouveaux démentis. Depuis longtemps déjà M. Ehrenberg a fait observer que des animaux inférieurs, comme les infusoires et les foraminifères, peuvent très-bien passer d'un terrain dans un autre plus récent, et même se retrouver dans la faune actuelle (1). La classification des terrains tertiaires, imaginée par Sir Charles Lyell et adoptée aujourd'hui presque universellement par les géologues, est fondée, comme on le sait, sur le rapport variable entre le nombre des espèces éteintes et celui des espèces actuelles qui s'y trouvent mélangées. Récem-

(1) Voir notamment Ehrenberg. *Mikrogeologie*.

ment encore M. Deshayes (1) s'est attaché à faire ressortir quelles sont, dans le bassin parisien, les espèces communes aux diverses parties du terrain tertiaire, si riche en fossiles. D'un autre côté, M. Gaudry (2) a signalé l'enchaînement des faunes miocène, pliocène et quaternaire sur les rivages du bassin de la Méditerranée, en observant toutefois que la longévité géologique des mammifères est beaucoup moins grande que celle des mollusques.

Ces observations sont en harmonie avec les études de MM. Rupert Jones et W. Kitchen Parker sur les foraminifères (3). Sur 29 espèces de foraminifères provenant du Keuper de Chellaston, près Derby, ils en ont trouvé 24 espèces du lias, 28 du terrain jurassique, 27 de la craie, 26 des terrains tertiaires, 28 de la faune actuelle. La longévité des espèces paraît donc être en rapport avec l'abaissement des êtres sur l'échelle organique; toutefois, comme l'ont fait observer MM. Barrande (4) et d'Archiac (5), pour établir rigoureusement un tel principe, il serait peut-être nécessaire d'avoir des bases plus sûres pour distinguer les espèces. Cette grande question de la limitation des espèces, question vraiment fondamentale en géologie, reste donc toujours ouverte, et les observations des paléontologistes n'en ont pas encore fourni la complète solution.

M. Bronn s'est également déclaré l'adversaire de la doctrine qui parque rigoureusement les espèces animales ou végétales dans un terrain déterminé (6); mais ce dernier ne s'est pas contenté de détruire, par les arguments tirés d'une vaste érudition scientifique, les exagérations systématiques des géologues qui se refusent à admettre des mélanges d'espèces dans les terrains; embrassant un sujet plus vaste et plus général, il a étudié les lois de la distribution des corps organisés dans toute la série des terrains géologiques. C'était là une tâche digne de l'auteur de la *Lethæa;* dans sa vaste synthèse se résument toutes les connaissances paléontologiques actuelles; les faits ont été groupés avec beaucoup d'art autour de deux idées fondamentales : 1° la nature possède en elle-même une force qui lui est immanente et qui tend à étendre, à modifier sans cesse les formes que revêt la matière organisée;

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 370.
(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 408.
(3) *Quarterly Journal*, 1860; 452.
(4) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 412.
(5) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 460.
(6) *Essai d'une réponse à la question de prix proposée, en* 1850, *par l'Académie des sciences de Paris*, par le professeur Bronn. — Paris, 1861. — Supplément aux *Comptes rendus des séances de l'Académie des sciences.*

2° le progrès ou, si l'on veut éviter ce mot, le développement spontané de la nature organique est contre-balancé sans cesse par le développement de la nature physique, inorganique, qui obéit à des lois particulières et indépendantes.

La planète a, en effet, si l'on nous permet ce mot, son histoire à part, histoire qui s'écrit dans les révolutions du globe, dans les changements des mers et des continents, dans les variations de la température, de l'état atmosphérique, dans cette multitude de phénomènes qui ne seraient nullement modifiés, en supposant que la terre n'eût aucun habitant. Il n'y a pas toujours concordance entre la loi que M. Bronn qualifie de *terripétale*, c'est-à-dire entre la loi du développement planétaire de notre globe et la loi du développement organique : de là des discordances qu'on a souvent tournées comme de victorieuses objections contre les idées théoriques de Lamarck et de ceux qui ont adopté la notion du progrès dans la nature. Ces accidents obscurcissent à nos yeux le tableau du monde organique ; mais les harmonies partielles que la science y découvre justifient cependant les inductions qui enveloppent tous les phénomènes dans une harmonie générale.

Transformation des espèces. — Il ne faut point croire pourtant que M. Bronn admette, de près ou de loin, l'idée de la transformation des espèces : il la repousse non-seulement sous la forme que Lamarck lui avait donnée, mais il ne paraît même nullement disposé à admettre les ingénieuses idées auxquelles M. Ch. Darwin (1) vient de donner tant d'éclat et de popularité.

Ce savant observateur a relevé tout ce qu'il y avait de fautif ou d'artificiel dans les caractères de nos espèces et de nos variétés pour affaiblir en quelque sorte la définition de l'espèce. S'emparant du fait incontesté de la reproduction des caractères organiques par voie d'hérédité, il soutient que si une variété animale jouit de caractères spéciaux, transmissibles de génération en génération et capables de lui donner quelque avantage dans la lutte incessante que se livrent tous les êtres à la surface de la planète, les variétés moins favorisées disparaissent fatalement devant elle ; dans la bataille de la vie, les plus faibles doivent céder la place aux plus forts ou, pour parler plus exactement, à ceux qui sont le mieux appropriés aux circonstances extérieures. Lamarck avait déjà fait ressortir l'influence du milieu ambiant, mais M. Darwin a eu le mérite de comprendre bien nettement que dans

(1) *The Origin of species*, by Charles Darwin. — London.

des fossiles très-caractéristiques. M. Suess (1) a présenté un tableau général de la distribution de ces animaux dans les diverses formations; un tableau du même genre fait par M. Bronn en 1856 ne comprenait que 1.592 espèces; celui de M. Suess, grâce à des travaux récents, en renferme 1.934.

Les brachiopodes sont divisés par M. Suess en 8 familles: les terebratulidæ (17 genres), les spiriferidæ (12 genres), les rhynchonellidæ (3 genres), les strophomenidæ (6 genres), les productidæ (3 genres), les craniadæ (1 genre), les discinidæ (4 genres), les lingulidæ (4 genres). Le nombre des espèces connues dans le terrain paléozoïque est de 1.302, dans le terrain mésozoïque de 501, dans le terrain cainozoïque de 131.

Le terrain le plus riche en espèces est le terrain silurien (687 espèces); viennent ensuite le dévonien (336), le jurassique (284), le carbonifère (262), la craie (149). Les autres terrains sont plus pauvres; il semble donc qu'il y ait deux maxima dans la courbe qui représente l'importance relative des brachiopodes aux diverses périodes; ces points coïncident avec l'époque paléozoïque et avec l'époque jurassique. Le trias d'une part et de l'autre les terrains tertiaires et modernes sont les époques de pauvreté ou de décadence pour cette classe; c'est d'ailleurs ce que met bien en évidence le tableau dressé par M. John Phillips, que nous avons inséré dans la *Revue* de l'année dernière (2).

Travaux divers. — En France et à l'étranger, un grand nombre de travaux paléontologiques ont été publiés ou sont en voie de publication. Nous ne citerons ici que ceux dont il ne sera point fait une mention spéciale à propos d'un terrain particulier.

Les continuateurs de la paléontologie française d'Alcide d'Orbigny ont fait paraître, dans le cours de 1861, trois fascicules qui renferment la suite de la description des oursins crétacés, par M. Cotteau (3). Nous devons signaler sa monographie complète de la famille des salénidées. Le même auteur a continué ses études sur les échinides fossiles du département de l'Yonne (4) et celles qu'il a entreprises, de concert avec M. Triger, sur les échinides de la Sarthe (5).

M. Deshayes (6) a terminé l'étude des acéphales du bassin ter-

(1) *N. Jahrbuch* de Léonhard et Bronn, 1861, 154.
(2) *Revue de géologie pour l'année* 1860, 111.
(3) *Paléontologie française, continuée par une réunion de paléontologistes*, 1re, 2e et 3e livraisons. 1861.
(4) *Études sur les échinides fossiles du département de l'Yonne*, 27e et 28e livraisons. 1861.
(5) *Echinides de la Sarthe*, 7e livraison. 1861.
(6) *Description des animaux invertébrés du bassin de Paris.* — Paris, 1861.

tiaire parisien et a commencé la révision des gastéropodes. Il a décrit 1.041 espèces d'acéphales, dont 399 seulement figuraient dans la première édition de son grand ouvrage.

La monographie des clypéastres fossiles par M. Michelin (1) prend place à côté de ces travaux importants. Nous citerons encore: l'introduction à l'étude des polypiers fossiles, par M. de Fromentel (2); une étude complète de l'organisation des polypiers y sert de préface à la description succincte de toutes les espèces fossiles aujourd'hui connues; la Lethea bruntrutana de M. Etallon (3), ouvrage commencé par M. Thurmann, et renfermant des études géologiques et paléontologiques très-détaillées sur le Jura bernois. Le même auteur a de plus fait paraître la description de 46 espèces de crustacés jurassiques (4), celle des espèces cerallienne de Valfin près Saint-Claude (5), ainsi que la paléontostatique du Jura (6), énumération de 800 espèces de mollusques et de rayonnés, répartis dans l'oxfordien, le corallien, et le kimméridgien.

M. Alph. Milne Edwards (7) a entrepris l'histoire des crustacés podophthalmaires fossiles, crabes, écrevisses, squilles et genres voisins. Son ouvrage commence par des considérations générales sur les crustacés, et le premier fascicule comprend la monographie des Portuniens et des Thalassiniens.

Pendant le courant de l'année 1861, la Société paléontographique de Londres a publié un volume qui contient les mémoires suivants:

Monographie des Brachiopodes carbonifères Britanniques, par M. Thomas Davidson. (Partie V, — 4e partie.)

Les reptiles fossiles de l'Angleterre contenus dans les formations oolitiques — 1re partie, renfermant la description de Scelidosaurus Harrisonnii et Plesiosaurus grandis, — par R. Owen.

Les mollusques éocènes — 1re partie — les Bivalves, par Searles V. Wood.

Dans le Palæontographica de MM. W. Dunker et Hermann von Meyer, nous signalerons principalement parmi les monographies publiées en 1861, la description des reptiles d'un grès, appartenant au keuper supérieur, exploré d'abord près de Leonberg et de Löwenstein en Wurtemberg et nommé Stubensandstein. Les reptiles dé-

(1) *Mémoire de la Société géologique de France* (2e s.). 1861.
(2) *Société d'émulation de Besançon*. 1861.
(3) *Lethea Bruntrutana*. — Gray, 1861.
(4) *Mémoire de la Société d'agriculture de la Haute-Saône*, 129. 1861.
(5) *Mémoire de la Société d'émulation du Doubs*. 1861.
(6) *Paléontostatique du Jura*. — Gray, 1861.
(7) *Histoire des crustacés pod. fossiles*. — Paris, 1861.

crits dans ce mémoire sont : Beledon Plieningeri et Teratosaurus, M. Hermann de Meyer a décrit aussi le Pterodactylus spectabilis des schistes lithographiques de Eichstätt.

M. Rudolph Ludwig a fourni au journal de M. de Meyer plusieurs mémoires, notamment une description des mollusques d'eau douce, du terrain houiller de Westphalie, la monographie des plantes fossiles de la partie la plus ancienne de la formation tertiaire de la Wetteravie rhénane, celle des plantes fossiles du minerai de fer tertiaire de Montabaur (Westerwald), celle des bivalves de la formation tertiaire de la Wetteravie ; le même géologue a continué ses publications relatives à l'Oural dans les mémoires suivants : Mollusques d'eau douce du terrain houiller de l'Oural — mollusques d'eau douce du calcaire du Rothliegende de Kungur — fossiles végétaux du terrain houiller de l'Oural.

M. C. von Heyden a entrepris de classer et de figurer les insectes fossiles des lignites du Rhin.

Les êtres organisés ont éprouvé des changements analogues dans les deux hémisphères. — Nous rattacherons encore aux considérations relatives à la paléontologie générale le résultat des études faites par M. M' Coy (1), sur le développement des formes organiques en Australie. La faune actuelle de ce pays est bien distincte de celle des autres parties du monde ; car elle offre un grand nombre d'espèces appartenant à des genres qui ne se rencontrent pas dans d'autres contrées, et de plus ses genres sont souvent différents de ceux qui vivent à la même latitude. La plupart des grands ouvrages de paléontologie ont observé à ce sujet que le terrain jurassique d'Angleterre renferme des marsupiaux appartenant à la même famille que le perameles et le myrmecobius qui vivent actuellement dans l'Australie méridionale ; que leurs débris sont accompagnés de nombreuses trigonies, genre de mollusques qui ne se trouve plus maintenant que dans les mers australiennes où il est représenté par quatre espèces assez abondantes. On a conclu de ces rapprochements que l'Australie était l'un des plus anciens continents et que sa faune actuelle devait être considérée comme la continuation de celle qui, avec la fin de l'époque mesozoïque, avait disparu des autres parties du monde. Les études que M. M'Coy a faites sur la paléontologie de l'Australie, et particulièrement de la province Victoria, ne viennent pas confirmer cette hypothèse. M. M'Coy s'est au contraire attaché à prouver qu'en

(1) *On the ancient and recent natural history of Victoria*, by F. M'Coy. Catalogue of the Victorian Exhibition, 1861.

Australie la vie organique a subi des changements qui sont analogues à ceux qui ont été observés dans l'autre hémisphère, et il le démontre en présentant une esquisse de ses variations.

Si l'on part du terrain paléozoïque on trouve qu'en Australie, de même que dans le pays de Galles, dans la Suède, dans l'Amérique du nord, les roches azoïques sont recouvertes par une série de roches fossilifères contenant les animaux qui sont regardés comme la première manifestation de la vie à la surface du globe. Ainsi dans les schistes au nord de Melbourne M. M'Coy a trouvé le genre diplograpsus qui est caractéristique du silurien inférieur et ses espèces sont identiques à celles de l'hémisphère nord. Il a trouvé également les genres phyllograpsus (Hall), didymograpsus et un grand nombre d'autres graptolithes. Ce qu'il y a de plus extraordinaire, c'est que ces diverses graptolithes sont accompagnées par un petit brachiopode, siphonotetra micula, qui est aussi très-abondant dans le Radnorshire. Passons maintenant au silurien supérieur: le phacops (odontochile) longicaudatus, qui est si fréquent dans les schistes de Wenlock, se rencontre aussi à Bradhurst Creek dans Victoria, et l'orthoceras bullatum des schistes de Ludlow dans le pays de Galles se montre à Melbourne même. La comparaison des fossiles siluriens dans l'hémisphère nord et dans l'hémisphère sud met donc en évidence ce fait extrêmement remarquable que la faune marine du monde entier était composée des mêmes espèces pendant la période paléozoïque la plus ancienne; une certaine identité se maintient même jusque dans le silurien supérieur. Des conclusions semblables avaient déjà été émises par plusieurs paléontologistes et notamment par M. Barrande.

Pour la période paléozoïque supérieure MM. Dana, Morris, M'Coy ont observé une ressemblance générale entre le carbonifère inférieur de l'ancien monde et les roches qui sont recouvertes par la houille dans la Nouvelle-Galles ou dans la Tasmanie. Les graptolithes, les trilobites, les coraux et les mollusques caractéristiques du silurien sont complétement éteints; on voit apparaître les Phillipsia brachymetopus et Bairdia qui caractérisent le carbonifère d'Angleterre et de Russie, et en même temps se montrent parmi les plantes les lépidodendron. M. M'Coy conclut de ses observations que la première végétation terrestre, dans l'un comme dans l'autre hémisphère, s'est développée sur le même type et vers le même temps, c'est-à-dire à la fin de la période paléozoïque.

L'existence de terrains mésozoïques en Australie avait jusqu'à présent été contestée parce qu'elle avait été admise seulement d'après les plantes fossiles. Mais des études récentes viennent de la

confirmer: car les couches de houille rapportées au terrain mésozoïque contiennent des glossopteris, phyllotheca, pecopteris australis et plusieurs espèces de zamites; tandis qu'on n'y a pas encore rencontré les lépidodendron ni les sigillaria qui sont des plantes si caractérisques du terrain houiller. De plus on a trouvé récemment à Wollumbilla des bélemnites, des pentacrinites, des serpules, des limes, des arches, des nucules, des rhynconelles qui paraissent appartenir, soit au terrain jurassique inférieur, soit au trias. M. Clarke en a signalé également. D'après cela M. M'Coy pense qu'en Australie la faune marine et la flore terrestre ont subi des changements analogues à ceux qu'on observe pendant l'époque mésozoïque dans l'Inde, dans le Yorkshire, dans l'Allemagne et dans l'Amérique.

Maintenant, relativement à la période tertiaire, M. M'Coy remarque que la flore tertiaire de Victoria est dicotylédone et entièrement différente de celle de la période mésozoïque. Quant à la faune, dans l'Australie, de même que dans la Nouvelle-Zélande, dans l'Inde, dans l'Amérique septentrionale et méridionale, les animaux qui la représentent ont généralement été précédés par des types gigantesques analogues à ceux qui se trouvent dans le tertiaire le plus récent ou dans le pleistocène. Ainsi dans la Nouvelle-Zélande l'apteryx a été précédé par le moa ou le dinornis; dans l'Amérique du Sud les petits paresseux existant actuellement ont été précédés par le megatherium et le mylodon; de même dans l'Australie, le wombat et le kanguroo ont été précédés par le diprotodon et par le nototherium dont les os se retrouvent comme ceux du cervus megaceros de l'Irlande dans les lacs ou dans les marais pleistocènes. Avec ces mêmes os, on en a rencontré dans les cavernes du mont Macédonien qui appartiennent à des espèces vivant encore actuellement, telles que l'hypsiprymnus, l'hydromys, le dasyure, et même le canis Dingo. La présence de ce dernier animal est surtout très-remarquable; car, pour plusieurs zoologistes, c'est le chien à l'état sauvage, et ses os ont été trouvés sous une coulée de basalte avec ceux d'espèces éteintes. M. M'Coy a observé aussi des débris de wombat vivant (phascolomys) dans une couche ferrugineuse et aurifère qui est fortement cimentée; par conséquent le drift de Victoria dans lequel l'or est exploité appartient, comme celui de Russie, au crag avec mammifères de l'Angleterre. La faune marine tertiaire de Victoria est aussi très-intéressante; elle présente surtout une série très-remarquable de volutes qui sont identiques à celles de l'argile éocène du Hampshire et des couches miocènes de Paris et de Vienne; la ressem-

blance avec ces dernières est quelquefois si grande qu'il devient impossible de les en distinguer. M. M'Coy remarque d'ailleurs qu'en Australie, de même qu'en Europe, les espèces miocènes vivent actuellement dans des mers se trouvant plus au sud; et il conclut de l'ensemble de ses recherches sur l'époque tertiaire qu'il y a eu un refroidissement graduel des deux hémisphères.

Ces considérations rectifient ce qu'il y avait d'exagéré dans les conclusions théoriques, qu'on avait déduites d'une connaissance imparfaite des faunes et des flores australiennes. Mais si l'on ne peut plus considérer l'Australie comme une sorte de terre jurassique qui aurait survécu aux cataclysmes de la période secondaire, on ne peut nier que les changements qui s'y sont opérés n'aient pas été identiques à ceux qui ont été observés ailleurs. En admettant, comme bien constatée, l'identité entre les espèces siluriennes d'Australie et celle de l'Angleterre, et en mettant ce fait en regard de l'état présent, il faut bien reconnaître que si les formes organiques ne se sont immobilisées nulle part, elles n'ont point subi les mêmes transformations dans les divers continents.

TERRAINS PALÉOZOÏQUES.

Terrain silurien.

Taconique. — AMÉRIQUE. — Peu de temps après l'établissement du système silurien en Angleterre par sir Roderick Murchison, et dès l'année 1838, M. Emmons signalait en Amérique l'existence de couches antésiluriennes, sans fossiles, comprises par lui sous le nom général de système taconique.

Ce nom était emprunté à des collines, nommées Taconic Hills et situées entre les États de New-York, Vermont, etc.

Voici comment le docteur Emmons définissait son système nouveau :

« En 1836, lorsque je reconnus que dans l'État de New-York, le grès de Potsdam était la base du système silurien, il semblait que nous eussions atteint la base des dépôts sédimentaires. Mais lorsque, deux ans plus tard, j'eus observé la même base reposant sur des dépôts encore plus anciens, tels que ceux qu'on voit le long de la rive droite du lac Champlain et ailleurs, il devint évident qu'il existait encore une série plus ancienne que le terrain si-

lurien. Les preuves de ce fait se sont accumulées constamment depuis lors, et il est reconnu que le taconic system repose sur les roches primaires sans exception. Son existence a été observée dans toute la longueur des États-Unis, à partir du nord-ouest jusqu'au sud-ouest (1). »

Les vues de M. Emmons, fondées pourtant sur des études stratigraphiques très-étendues, furent rejetées, et les géologues américains s'accordèrent à placer au niveau du groupe de la rivière Hudson les terrains que M. Emmons prétendait stratigraphiquement inférieurs au calcaire de Chazy et au grès de Potsdam. Deux trilobites seulement, très-imparfaitement conservés, Ellipsocephalus asaphoïdes et Atops trilineatus avaient été signalés au début par M. Emmons, et ces détorminations mêmes avaient été contestées.

Il se fait en ce moment un retour d'opinion en faveur des idées de M. Emmons; en 1859, M. Hall (2) a décrit trois trilobites qu'il nomme: Olenus Thompsoni, Olenus vermontana, Peltura (olenus) holopyga. Or ces Olenus découverts à Georgia, Vermont, ont été reconnus par M. Barrande (3) comme appartenant à sa faune primordiale; M. Hall, dans sa description, indiquait que les trois trilobites en question se trouvaient dans des schistes supérieurs au groupe de la rivière Hudson, qui forme le couronnement de la division silurienne inférieure. M. Barrande fut conduit par ses idées théoriques sur la distribution des trilobites dans les terrains anciens, à mettre en doute l'assertion de M. Hall, et l'autorité de son jugement ébranla les bases depuis longtemps acceptées de la stratigraphie américaine.

Le professeur Hall avait été entraîné dès longtemps, dans les débats relatifs au terrain taconique, à placer les couches à Olenus d'Amérique au-dessus de la faune seconde, contrairement à tout ce qui a été observé en Europe, où ces trilobites caractérisent la faune primordiale. Depuis l'intervention de M. Barrande, les opinions longtemps oubliées ou dédaignées de M. Emmons reprennent assez faveur pour qu'on prononce de nouveau le nom qu'il avait vainement cherché à introduire dans la science, et qui pendant quelques années était entièrement tombé dans l'oubli. Une nouvelle impulsion a donc été donnée à l'étude des terrains anciens de l'Amérique, et déjà elle a porté des fruits.

---

(1) *Americ. Geology*, vol. I, part. 2, p. 6; 1855.
(2) *Twelfth annual Report of the Regent of the University of New-York*, 1859.
(3) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 203.

Les géologues canadiens, adoptant des bases de classification analogues à celles des États-Unis, avaient été conduits à ranger les couches de Québec et de ses environs au niveau du groupe du Hudson river, c'est-à-dire au sommet du silurien inférieur; mais en 1860, on trouva dans les calcaires de la Pointe-Lévis, aux environs de cette ville, toute une faune qui fut déterminée par M. Billings (1).

Parmi les 100 espèces recueillies sur ce point, M. Barrande retrouva des représentants non-seulement de sa faune seconde, mais encore de sa faune primordiale.

Depuis la découverte de M. Billings, sir W. Logan (2) a modifié la position du groupe de Québec qu'il admettait auparavant: il a fait descendre ce groupe du sommet à la base du silurien inférieur, et distingué sous le groupe de Québec une série de schistes et calcaires magnésiens qu'il croit en relation d'âge avec le grès de Potsdam, et qu'il considère comme pouvant représenter la zone primordiale. Le tableau suivant indiquera bien les relations actuellement admises par sir W. Logan entre les groupes de New-York et ceux du Canada oriental.

	GROUPES DU CANADA ORIENTAL.	GROUPES DE NEW-YORK.
Faune III.	.....	.....
		.....
		.....
		Niagara.
	Anticosti (groupe de passage)..	Clinton. Medina. Oneida.
Faune II.	Richelieu.....	Hudson river. Utica. Trenton. Black River. Birsd's eye.
	Sillery.. Québec.	Chazy. Grès calcarifère.
Faune I.	Schistes et calcaires magnésiens.	Grès de Potsdam.

Sir W. Logan, on le voit, a fait un pas vers le système taconique, puisqu'il abaisse le groupe de Québec; toutefois il ne voit pas encore dans ce dernier un système antésilurien. Les couches

(1) Lettre du 31 décembre 1860 de Sir W. Logan à M. Barrande.
(2) *Canadian Naturalist and Geologist.* — Montréal, 1861; 201.

de Québec sont très-disloquées, suivant lui ; « le groupe dont elles font partie a été amené à la surface par un pli anticlinal renversé, avec une brisure et une grande dislocation, qui court le long de son sommet, de sorte qu'il paraît recouvrir la formation du Hudson River. Une série de semblables dislocations traverse la partie orientale de l'Amérique du Nord, à partir de l'Alabama jusqu'au Canada; elles ont été décrites par MM. Rodgers et Safford. »

C'est précisément en se fondant sur les effets de ces dislocations que M. Emmons essayait naguère de répondre aux objections que lui opposaient ceux qui niaient la superposition des couches du Hudson River aux couches taconiques.

Dans des remarques postérieures sur le groupe de Québec (1), Sir W. Logan a indiqué la série suivante pour les environs de Québec, en allant du haut en bas:

Schistes gris foncé et grès (Hudson River).	
Schistes noirs (Utica).	
Calcaire (Bird's eye, Black River, Trenton).	
Grès et schistes rouges (Sillery).....	Groupe de Québec.
Schistes rouges et verts.	
Schistes gris et verts et grès.	
Grès et conglomérats magnésiens.	
Schistes verts.	
Conglomérats magnésiens et schistes.....	
Grès.....	Potsdam.
Schistes noirs et calcaires..	
Gneiss (laurentien).	

Le terme *laurentien*, emprunté par sir Rod. Murchison pour désigner le gneiss fondamental et antésilurien d'Écosse, a depuis assez longtemps été appliqué par les auteurs de la carte géologique du Canada (2) aux couches métamorphiques les plus anciennes de ce pays (schistes gneïssiques ou hornblendiques, quartzites, calcaires cristallins).

Au-dessus de ce système, ils en reconnaissaient un autre qu'ils nommaient huronien, parce qu'il est surtout développé sur les bords des lacs Huron et Supérieur. C'est une série de schistes, grès, calcaires et conglomérats, intercalés avec de puissantes assises de diorite et reposant en stratification discordante sur le système

(1) *Remarks on the Quebec group of Rocks and the Primordial zone of Canada*, 1861, janvier. — *Considerations relating to the Quebec group*, mai 1861.

(2) *Esquisse géologique du Canada*, par W. Logan et Sterry Hunt. — Paris, 1855.

laurentien. Ces roches avaient été rapportées au système cambrien (cambrien inférieur de M. Sedgwick).

Sur les îles au nord du lac Huron se trouvent, en stratification discordante sur le huronien, des couches fossilifères, correspondantes aux couches siluriennes de l'Europe et qui plus au sud reposent directement sur les roches laurentiennes, pendant tout leur affleurement le long de la vallée du Saint-Laurent.

Il est bien étonnant que sir W. Logan ayant été conduit à admettre l'existence de deux systèmes antésiluriens, le laurentien et le huronien, ne se soit pas préoccupé davantage d'en rechercher les rapports avec le système taconique de M. Emmons; d'autant plus que ce dernier avait divisé les couches taconiques en deux divisions, dont l'inférieure aurait pu être mise en parallèle avec le laurentien, la supérieure avec le huronien.

Quoi qu'il en soit, sir W. Logan continue encore à considérer toutes les couches de Québec comme siluriennes, et admet même qu'elles dominent des schistes et des calcaires, équivalents au grès de Potsdam.

Cette opinion n'est point partagée par M. Marcou (1), qui a récemment décrit les environs de Québec, et notamment les couches de la Pointe-Lévy. Il y a vu deux systèmes de strates, dont l'un repose en discordance sur l'autre. Le système inférieur ou taconique forme le mamelon de la Redoute : le calcaire de la Redoute, très-dur, gris blanchâtre, contient une faune trilobitique composée de : Dikellocephalus magnificus, D. planifrons, D. Belli, D. Oweni, D. megalops, D. cristatus; Agnostus Canadensis, A. Americanus, A. Orion; Conocephalites Zeukeri; Arionellus cylindricus, Arion. subclavatus, Menocephalus Sedgwickii, M. globulus; Capulus, Orthisina, et un Crinoïde.

Le mamelon calcaire de la Redoute est entouré de calcaires bréchiformes et de poudingues magnésiens, plusieurs fois reployés, contenant : Bathyurus Saffordi, B. Cordai, B. oblongus, B. quadratus; Cheirurus Apollo, C. Erix; Camerella calcifera, Orthis, Ecculiomphalus Canadensis, E. intortus, Holopea, Maclura, Ophileta, Murchisonia, Pleurotomaria, Capulus, Orthoceras, Cyrtoceras.

Ces calcaires et poudingues appartenant au silurien inférieur sont associés à des marnes schisteuses. On voit aussi près de la Redoute des schistes taconiques brun-grisâtre, sableux, avec empreintes d'algue marine.

---

(1) *Compt. rend.* 1861 ; 2e vol., 915-8.

Entre l'église Saint-Joseph et le Saint-Laurent, est une série de schistes marneux, de poudingues calcaires, de calcaires à graptolites, paraissant former la partie supérieure du groupe des grès calcifères.

A la même occasion, M. Marcou (1) fit connaître la série stratigraphique qu'il avait observée dans l'État de Vermont et résumée dans le tableau suivant :

Terrain silurien inférieur.		Ardoises d'Utica (15 mètres). Calcaires de Trenton (24 mètres). Calcaires de Black river (12 mètres). Grès calcarifère (180 à 300 mètres) avec Bathyurus Saffordi, Amphion Salteri, Camerella calcifera, Orthoceras, Murchisonia, Orthis, Maclurea, etc.
Terrain taconique supérieur.	Grès de Potsdam (120 à 150 mètres).	Poudingues et grès rouges à la partie supérieure avec Conocéphalites. Deux ou trois cents pieds de dolomie au milieu, à la base des grès rouges.
	Schistes de Saint-Albans (1.200 à 1.500 mètres).	Vers la partie supérieure, couches à Lingules de Highgate-Springs, avec Lingula et Orthis. Vers les deux tiers de la hauteur, schistes arénacés à trilobites de Georgia (Olenus Thompsoni, O. Vermontana, O. Helopyga). A peu près au milieu, grosses lentilles d'un calcaire très-dur à Saint-Albans. Vers la base, des ardoises et des schistes talqueux.

Plus bas la série taconique se continue, telle que le docteur Emmons l'a décrite dans ses divers mémoires.

D'après ses recherches, M. Marcou fut conduit à regarder le terrain taconique du docteur Emmons comme l'un des plus importants de l'Amérique du Nord : il lui attribua une puissance de 4.500 à 6.000 mètres.

On nous excusera si, pour épuiser ce qui se rapporte à l'intéressante question du terrain taconique, nous sortons un peu des limites chronologiques que nous nous imposons pour faire connaître les dernières coupes qu'en a présentées M. Marcou dans une lettre adressée le 2 août 1862 à M. Barrande. Un tableau détaillé,

(1) *Comptes rendus de l'Académie*, 1861 ; 863. — Voir aussi, pour une coupe plus détaillée, *The Taconic and Lower Silurian Rocks of Vermont and Canada*, par Jules Marcou. — Boston, 1862.

que nous abrégerons un peu, montre la série suivante pour les environs de Georgia, Saint-Albans, Swanton, et Philipsburg dans le Vermont.

B. Silurien inférieur en stratification discordante sur le taconique.
A. 5. Grès de Potsdam (90 mètres) avec Conocéphalites.
4. Schistes de Swanton (600 mètres) avec Graptolithus pristis.
3. Groupe de Philipsburg (420 mètres). — Schistes avec Camarella calcifera, Amphion Salteri, Barthyurus Saffordi, Dikellocephalus, Ecculiomphalus, Orthoceras, Cyrtoceras, Lituites, Orthis, Pleurotomaria, Holopea, Maclurea, Ophileta, Murchisonia.
2. Schistes de Georgia (120 mètres) avec bandes calcaires. — Olenus Thompsonii, Chrondrites, Oldhamia radiata, Obolella, Camerella antiquata.
1. Groupe de Saint-Albans (900 mètres). A la partie supérieure, schistes avec quelques nodules calcaires à Bathyurus et Olenus ; au-dessous, ardoises traversées par des veines de quartz.

A la base, le taconique inférieur est formé de quartzites, de conglomérats, de schistes talqueux, de calcaire cristallin, d'ardoises.

M. Marcou indique des groupes équivalents pour le taconique supérieur dans les environs de Pointe-Lévis et de Québec. Le grès de Potsdam seul n'y est point, suivant lui, représenté. La série qu'il indique montre de haut en bas:

4° Le groupe de Québec (représenté en Vermont par les schistes de Swanton) (720 mètres) schistes à Graptolithus pristis;

3° Le groupe de la Pointe-Lévis (300 mètres), schistes, calcaires, conglomérat magnésien, grès, avec Obolella desiderata, Shumardia, Camarella calcifera, Bathyurus Saffordi, Ecculiomphalus, Cyrtoceras, Arionellus, Holopea, etc. (représente le groupe de Philipsburg du Vermont);

2° Groupe de la Redoute et de Gilmour (120 mètres). Schistes avec conglomérat magnésien et calcaire dur, Conocephalites, Dikellocephalus, Menocephalus, Bathyurus, etc. (représente les schistes de Georgia);

1° Groupe Chaudière et Sillery (900 mètres), schistes rouges, traversés de trapps — Obolella pretiosa.

Le taconique inférieur est formé de calcaire cristallin, de calcaires, de quartzites, de pyrites cuivreuses, conglomérats, etc.

A l'autre extrémité de l'Amérique du Nord, des travaux récents ont aussi reporté l'attention sur les terrains géologiques les plus anciens.

Dès 1852, M. Ferd. Rœmer avait décrit dans ses « Kreidebil-

dungen von Texas » quelques trilobites provenant de la vallée de San-Saba. M. Barrande y reconnut les genres qui caractérisent sa faune primordiale.

En 1859, M. Schumard a découvert d'autres fossiles siluriens dans le comté de Burnet, et a indiqué le parallélisme des roches qui les renferment avec le grès de Potsdam, le groupe du sable calcarifère d'Iowa, Wisconsin, Minnesota, et la série du calcaire magnésien du Missouri.

M. Schumard (1) a étendu récemment ses découvertes dans plusieurs autres comtés du Texas (Burnet, San-Saba, Llana, M'Culloch, Mason, Lampasas). La zone silurienne y est formée par une série de dolomies, de calcaires, de grès calcaires et siliceux, de conglomérats, ayant en tout un millier de pieds d'épaisseur et facile à séparer en deux divisions, dont la supérieure représente, suivant lui, le groupe du sable calcarifère, l'inférieure le grès de Potsdam.

Ces roches reposent sur un granite rouge, et sont dominées par des calcaires très-purs, et des dolomies, qui correspondent peut-être au calcaire de Bird's-eye de la série de New-York. Quelques orthocères et straparolus qu'on y a découverts ne permettent pas encore d'en fixer l'âge.

La faune de la zone silurienne du Texas est très-analogue à celle du grès de Potsdam, d'Iowa, Wisconsin et Minnesota. M. Schumard n'a encore trouvé aucune espèce commune aux deux districts, mais les genres sont presque tous identiques : ce sont Dikellocephalus, Bathyurus, Arionellus, Conocephalites, Agnostus, Lingula, Discina, Orthis, Camerella, Obolus, Capulus.

— Nous avons cherché à faire connaître les principaux éléments d'un problème qui présente encore bien des difficultés. Il ressort assez clairement de ce qui précède qu'on s'est trompé aux États-Unis en mettant au sommet du silurien inférieur les couches où se retrouve la faune primordiale de M. Barrande. Mais ces couches doivent-elles être rangées dans un terrain antésilurien, ou bien faut-il les placer simplement à la base du terrain silurien, avec le grès de Potsdam ? Telle est aujourd'hui la question. M. Marcou n'hésite pas à ranger le grès de Potsdam lui-même dans la période antésilurienne, et il appuie son opinion sur une discordance de stratification, en même temps que sur des considérations géologiques.

Sir W. Logan et M. Hall sont d'un autre avis ; et dans son adresse

(1) *Silliman Journ.*, 1861 ; 213.

à l'association britanique en 1861, Sir Rod. Murchison (1) disait : « Nous savons maintenant que le groupe taconique est du même âge que les lits inférieurs du Wisconsin décrits par M. Dale Owen, avec leurs Parodoxides, Dikellocephalus, etc., de même que la partie inférieure des roches de Québec, avec leurs Conocephalus, Arionellus, etc., décrits par Logan et Billings. Les schistes cristallins du Massachusetts, avec leurs beaux Paradoxides décrits par M. Rogers, et ceux du Vermont avec leurs Olenus, prouvent que la zone primordiale silurienne de M. Barrande (équivalant aux couches inférieures à Lingules de la Grande-Bretagne) est représentée sur de vastes étendues dans le Nord de l'Amérique. »

Et plus loin il ajoutait : « Bien que la zone primordiale de M. Barrande soit distinguée par des fossiles particuliers, il n'y a point de raison valide pour séparer cette faune rudimentaire de la grande série silurienne dont elle forme stratigraphiquement la base. » En continuant à regarder les lits à Lingules comme la base du silurien anglais, et en les identifiant avec les couches en litige dans l'Amérique du Nord, sir Rod. Murchison se range parmi les adversaires de M. Marcou.

Une chose est certaine : aux États-Unis aussi bien qu'en Angleterre, il existe à la base du terrain silurien des couches sédimentaires présentant une épaisseur énorme. Pour certains géologues, les fossiles qu'on y trouve ne diffèrent pas essentiellement de ceux du terrain silurien, en sorte que ces couches ne constituent pas un terrain proprement dit, caractérisé par une faune spéciale. Pour d'autres géologues au contraire, on ne saurait enfermer systématiquement dans le terrain silurien toutes les couches fossilifères anciennes ; se basant particulièrement sur les caractères stratigraphiques, ces derniers élèvent au rang de terrain l'ensemble des couches qui se trouvent à la base du silurien (2). Il y a du reste bien longtemps que M. Élie de Beaumont avait annoncé l'existence, non pas d'un, mais de plusieurs soulèvements antérieurs à la période silurienne ; le métamorphisme a modifié profondément tous les caractères des roches sédimentaires les plus anciennes, et en l'absence des fossiles, l'étude des directions peut seule guider sûrement le géologue.

Les paléontologistes se féliciteront sans doute, et à bon droit, qu'une simple comparaison de fossiles ait permis à M. Barrande de tirer la géologie américaine de la fausse voie où elle était en-

(1) *Address to the Geological section of the British Association.* — Manchester, 1861.

(2) Voir aussi *Revue de géologie pour l'année* 1860 ; I, 112.

gagée; mais les problèmes qu'il a soulevés ne seront sans doute complétement élucidés que quand on connaîtra complétement les relations stratigraphiques des couches de l'Amérique du Nord. N'est-il pas singulier d'ailleurs que les observations si fructueuses de M. Barrande aient eu précisément pour effet de faire triompher les vues longtemps sacrifiées du docteur Emmons, dont l'œuvre a été presque exclusivement stratigraphique?

Silurien. — ÉCOSSE. — Il y a deux formations de gneiss distinctes en Écosse : l'une antésilurienne, l'autre silurienne. C'est l'auteur de la *Siluria* qui a eu la bonne fortune de reconnaître récemment l'existence d'un système de roches, antérieur au système qui a fait l'objet des études de sa vie entière et même antérieur au terrain cambrien.

Sir R. Murchison (1) a, pendant l'année 1860, montré que, dans le comté de Sutherland, il y a, au-dessus du gneiss fondamental qu'il appelle laurentien et du grès cambrien en discordance sur ce gneiss, une série de couches en stratification concordante, depuis des quartzites et des calcaires appartenant au silurien inférieur jusqu'à des schistes micacés et des gneiss. De nouvelles études faites avec M. Geikie ont convaincu le géologue anglais que la même succession s'observe dans d'autres parties des Highlands. Tandis que sir R. Murchison explorait le gneiss inférieur qu'il nomme laurentien, M. Geikie a fait, sur une étendue de 60 milles, un grand nombre de coupes qui montrent le passage régulier et non interrompu des quartzites et des calcaires siluriens à des couches supérieures quartzeuses et micacées (qui quelquefois ressemblent à des gneiss), lesquelles passant elles-mêmes à des schistes chloritiques et à des schistes ardoisiers, occupent de très-vastes étendues dans le nord de l'Écosse. Sir Roderick Murchison a vérifié le même ordre ascendant dans le comté de Ross et dans les Highlands méridionaux. De nombreuses coupes accompagnent ce mémoire, qui est suivi par des considérations sur la stratification et sur la foliation des roches dans les Highlands d'Écosse. La masse des roches métamorphiques qui constitue ces montagnes est regardée par Sir Roderick Murchison comme équivalente au gneiss supérieur, qui repose sur les quartzites et sur les calcaires siluriens d'Assynt ainsi que de Durness et qui occupe une si vaste étendue dans le nord de l'Écosse.

---

(1) *Geol. Soc.*, 171. — Londres, 1861.

M. Harkness (1) a fait des observations relatives au même sujet sur d'autres points, dans les Highlands du nord-ouest et dans le nord de l'Irlande. Il s'attache à confirmer les conclusions de sir R. Murchison, et résume ses propres observations dans neuf coupes : 1° de Callender à Loch Earn, 2° de Loch Earn à Loch Tay, 3° de Loch Gay à Tlen Lyon, 4° de Dunkeld à Blair Athol, 5° du côté méridional des monts Ben-y-Gloe à Strath Ardle, 6° de Glen Lyon à Loch Treig, 7° de King's House par Glencoe à Ballahulish, 8° de la péninsule de Ardsheal depuis Benivair, 9° de Malin Head à Inishowen.

Loire-Inférieure. — Le terrain silurien de la Bretagne, assez pauvre jusqu'ici au point de vue paléontologique, a pourtant fourni aux derniers explorateurs des restes fossiles, dignes du plus haut intérêt. M. Caillaud (2) en a trouvé en 1856 et 1857 à Erbray et Saint-Julien de Vouvantes. M. Bureau, en 1858, a fait de nombreuses découvertes sur le même point. D'après M. Barrande, une partie de ces fossiles serait identique à ceux de la faune troisième de Bohême, jusqu'ici inconnue dans la Loire-Inférieure.

Condros. — M. Gosselet (3) avait déjà signalé l'existence de fossiles siluriens dans le massif rhénan du Brabant. Il a depuis trouvé un nouveau gisement de ces fossiles dans le massif du Condros aux environs de Fosse, près de Namur.

Saxe. — Les schistes des environs de Wildsruff en Saxe avaient toujours été regardés comme primitifs, et il était assez naturel de le croire puisqu'ils contiennent quelquefois des mâcles; mais MM. Geinitz et G. Kersten (4) y ont observé récemment des graptolithes : Monograpsus triangulatus (Harkness), M. Priodon (Bronn), M. Becki (Barrande), M. Nuntius (Barrande). Ces mêmes espèces se retrouvent dans les schistes siliceux et alunifères du Voigtland saxon et d'autres parties de la Saxe. Elles appartiennent à la partie supérieure du silurien inférieur. Ce sont les animaux les plus anciens qu'on ait rencontrés jusqu'à présent sur le sol de la Saxe.

Russie. — M. Rœmer (5) a eu l'idée de décrire la faune fossile des cailloux roulés siluriens de Sadewitz près Oels dans la basse Silésie. Il a fait ensuite un voyage en Esthonie pour mieux déterminer l'âge relatif des calcaires d'Oels. M. d'Eichwald (6) a visité de son côté

(1) *Quarterly Journal*, 1861; 256.
(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 330.
(3) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 538.
(4) *Denkschriften der Naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, 1860; 67, 110.
(5) *Die fossile Fauna des silurien Diluvialgeschiebe von Sadewitz bei Oels in Nieder Schlesien*, in-4. — Breslau, 1861.
(6) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 56.

les environs de Poulkova, pour observer en place le calcaire à Orthoceratites ; on y rencontre les mêmes fossiles qu'à Sadewitz, et M. d'Eichwald pense même que dans cette dernière localité, les fossiles ne sont point dans des débris diluviens, mais bien en place et renfermés dans les débris d'un banc de coraux local. Il a trouvé près de Poulkova un crinoïde blastoïde nouveau qu'il a nommé Asteroblastus stellatus.

Terrain dévonien.

MAINE-ET-LOIRE. — Des fossiles du dévonien inférieur ont été signalés par M. Bureau (1) dans le département de Maine-et-Loire.

BELGIQUE. — Le bassin anthraxifère de Namur ou septentrional présente une composition notablement différente de celle du bassin du Condros : les roches calcaires y dominent ; en outre, les assises inférieures y sont souvent supprimées. Dumont avait réuni tous les calcaires dévoniens sous la dénomination de calcaire eifélien, et il avait retrouvé dans les autres roches les représentants de ses étages quartzo-schisteux des systèmes eifélien et condrusien. M. Gosselet, qui a donné plusieurs coupes de la partie dévonienne, a montré ensuite que certains poudingues rouges, rapportés au poudingue de Burnot, étaient d'une époque moins ancienne ; en somme, il fut conduit à rapporter les nombreuses assises qu'il fit connaître au sous-étage des psammites du Condros, c'est-à-dire au tiers supérieur du dévonien supérieur ou famennien. M. G. Dewalque (2) y a démontré de plus l'existence du système eifélien ou dévonien moyen, conformément aux vues de Dumont. Il signale, entre autres, un poudingue inférieur qui avait échappé à M. Gosselet et qui représenterait le poudingue de Burnot ; il signale aussi des fossiles du calcaire de Givet dans la bande calcaire inférieure. Ces deux faits lui semblent suffire, indépendamment d'autres considérations, pour admettre que les assises suivantes représentent tout le système quartzo-schisteux condrusien et non l'assise supérieure seulement.

MORAVIE. — MM. Wolf et Lipold (3) ont étudié les environs

---

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861 337.
(2) *Note sur la constitution du système eifélien du bassin de Namur : Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1862 (2e s.), XIII, 146.
(3) *Comptes rendus de l'Académie de Vienne ;* 1861, 26 février.

d'Olmütz, en Moravie. Des roches cristallines (granites, micaschistes, syénites, etc.) recouvertes par de puissants dépôts paléozoïques remplissent l'espace compris entre Brünn, Boskowitz et Olmütz. Des calcaires semi-cristallins, contenant des couches de minerais de fer, recouvrent les couches paléozoïques les plus anciennes. On y a trouvé le Stringocephalus Burtini, fossile caractéristique du dévonien inférieur; ce calcaire représente donc ceux de l'Eifel dans le système rhénan. Des marbres verts et rouges formant d'ailleurs une zone étroite représentent peut-être le calcaire à clyménies du dévonien supérieur.

Aux couches dévoniennes succède la puissante série des schistes et des grès, compris sous le nom général de grauwacke. Ce groupe entier est rapporté au terrain carbonifère inférieur.

Flore antécarbonifère du Nouveau-Brunswick, du Maine et du Canada. — Les terrains antérieurs au système carbonifère n'ont fourni jusqu'ici qu'une faune terrestre extrêmement pauvre. Dans le mémoire de M. Goeppert (1) sur la flore du silurien, du dévonien et du carbonifère inférieur, il cite 20 espèces siluriennes qu'il considère comme des algues, mais dont quelques-unes sont d'une définition très-contestable. Dans le dévonien inférieur, il cite 6 espèces, dont 5 algues et une *sigillaria*; dans le dévonien moyen, une espèce de Sagenaria. Dans le dévonien supérieur, le nombre s'élève à 57 espèces, dont toutes, sauf 7, sont terrestres. M. Dawson (2), dont nous avons cité dans notre dernière Revue les intéressants travaux sur la structure et l'origine de la houille (3), a fourni de nouveaux éléments à l'étude de la faune antécarbonifère, en décrivant les espèces de Saint-Jean, de Perry et de Gaspé. Les grès de Gaspé, au Canada, ont montré 6 espèces dévoniennes, dont quelques-unes sont très-intéressantes et en parfait état de conservation. Saint-Jean, situé dans le Nouveau-Brunswick, et Perry, dans le Maine, en ont donné 18 autres. Aucune de ces espèces n'a été encore trouvée dans le terrain carbonifère d'Amérique.

(1) *Revue de géologie*, I, 112.
(2) *Canadian Naturalist*, mai 1861.
(3) *Revue de géologie pour l'année* 1860, I, 96.

Terrain carbonifère.

NORD DE LA FRANCE. — M. Émile Dormoy (1) a fait connaître l'allure générale du bassin houiller du nord de la France, et en a indiqué la coupe théorique prise à trois époques différentes : 1° après son dépôt; 2° après le soulèvement général du midi ; 3° après un cataclysme hypothétique venant du nord.

SAINT-ÉTIENNE. — Le terrain houiller des environs de Saint-Étienne a été étudié par M. Leseure (2). L'ensemble d'assises que M. Grüner a appelé système de Rive-de-Gier comprend à sa base une brèche, à sa partie moyenne une série de schistes et de grès avec quelques couches de houille, et à sa partie supérieure un conglomérat de galets quartzeux à ciment de grès. Cette distinction en trois étages est nettement établie dans le puits Saint-Louis, concession de la Grand' Croix.

RUSSIE. — Des sondages ont fait découvrir des couches de combustible minéral à Malowka, dans la Russie centrale. M. Göppert (3) décrit le charbon de cette localité comme formé de feuillets bruns flexibles, semblables à ceux qu'on observe dans les couches de lignite ou même dans la tourbe, au fond des vieux étangs. Les restes végétaux reconnus dans le charbon de Malowka ne laissent pourtant pas de doute sur son antiquité géologique : ce sont principalement des restes de stigmaria ficoïdes, avec des Lépidodendrées, des Araucarites, des Calamites, des Noeggerathia. D'après M. de Helmersen (4), le charbon de Malowka, comme celui de Tawarkowo, ne repose point sur le calcaire carbonifère, mais sur des couches dévoniennes recouvertes par ce calcaire. Il en est de même dans le gouvernement de Nowogorod et de Moscou. Dans ce vaste bassin de 20.000 verstes carrées, la houille se montre sous les calcaires à Productus gigas, sur lesquels s'appuient encore, au milieu du bassin de Moscou, les couches supérieures du calcaire carbonifère, contenant le spirifer mosquensis.

Polypiers et bryozoaires. — Sur les bords des rivières Uswa, Koswa, Kiesel, Lithwa, Wilwa, à l'est de Perm, en Russie, M. R. Ludwig (5) a trouvé de nombreux récifs formés de coraux et de

(1) *Bull. géol.*, 1861-62; 22.
(2) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, IV, V et VI, 667.
(3) *Comptes rendus de l'Académie de Berlin*, 199.
(4) *Bulletin de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, XVI, 362; 1858.
(5) *Die in der Umgebung von Lithwinsk in der Kalksteinen der Steinkohlen Formation vorkommenden Korallen-und Bryozoenstocke.* — Moskou.

bryozoaires qui appartiennent au calcaire carbonifère. Dans le pays de la Petchora, M. de Keyserling avait déjà observé les mêmes fossiles dans cette formation ; mais M. Ludwig pense que les dénominations adoptées pour plusieurs d'entre eux ne sont pas suffisamment exactes et doivent être changées. Les fossiles recueillis par M. Ludwig sont très-bien conservés et n'ont pas été incrustés par des infiltrations ; d'après leur examen, il pense être en mesure de formuler les conclusions suivantes :

Une grande partie des polypiers du calcaire carbonifère de l'Oural s'accroissait d'après la même loi que les Polyactinies qui peuplent les mers actuelles.

Aucun de ces polypiers n'a des formes étoilées présentant la division par quatre ; tous ceux qui appartiennent aux Polycyclies (Bronn) présentent la division par six.

Quant aux Monocyclies, elles appartiennent toutes à la famille des Octactinies.

Les Polycyclies comprennent d'ailleurs deux divisions. La première, nommée *flabellata* par M. Ludwig, est soumise à la même loi que celles qui vivent maintenant ; la deuxième, nommée *pinnata*, s'éloigne tellement par ses caractères de tous les autres polypiers, qu'elle ne peut être rapprochée, ni de ceux qui vivent maintenant, ni de ceux de la période mésozoïque. Il y a même lieu de se demander si les animaux compris dans la seconde division sont encore des actinozoaires, ou bien des animaux d'une classe plus élevée. En tous cas, les fossiles de cette division sont très-répandus dans le silurien, dans le dévonien, ainsi que dans le carbonifère d'Europe ou d'Amérique.

Quant aux Bryozoaires, ils se laissent tous comparer avec les espèces vivantes.

Crustacé. — M. Salter (1) a figuré et décrit un Crustacé macroure nouveau du terrain houiller, qu'il nomme Anthrapalæmon Grossarti. Cet animal a été trouvé à Goodhock Hill, Lanarkshire, dans le fer carbonaté argileux (blackband-ironstone), associé à des Lingules, des Conulaires et des Poissons.

Terrain permien.

YORKSHIRE. — Dans le sud du Yorkshire le terrain permien est subdivisé, ainsi qu'il suit, par M. Kirkby (2) en allant de haut en bas :

(1) *Quarterly Journal*, 1861 ; 28.
(2) *Quarterly Journal*, 1861 ; 287.

5° Marnes bigarrées.
4° Calcaire supérieur, y compris les lits de Brotherton et la marne rouge inférieure avec gypse.
3° Dolomie à grain fin.
2° Calcaire inférieur.
1° Grès rouge inférieur.

Les lits de Brotherton sont des calcaires en couches minces, durs et compactes, jaunes et gris : ils contiennent quelquefois des moules d'Axinus dubius et de Myalina Hausmanni, avec des débris qui semblent se rapporter à des Algues.

Les assises 1°, 3° et 5° sont toutefois dépourvues de fossiles : dans le calcaire inférieur, M. Kirkby en cite 31 espèces, dont 12 seulement avaient été signalées auparavant dans le Yorkshire par MM. Phillips, Sedgwick et King.

Toutefois la faune permienne du Yorkshire demeure pauvre en comparaison de celle du Durham, où l'on compte 118 espèces.

Dyas.—La position géologique et le nom même du terrain permien ont été mis en question dans ces derniers temps. Le point de départ de ces débats est une brochure publiée en 1859 par M. Marcou sous le titre de *Dyas et Trias.* Dans l'ouvrage consacré à la géologie de la Russie, Sir R. Murchison, M. de Verneuil et M. de Keyserling avaient fondé le nom de terrain permien pour un groupe comprenant le rothliegende, le zechstein et la partie inférieure du buntersandstein; le permien d'Allemagne devenait ainsi un trias inférieur ou paléozoïque, placé sous le trias secondaire. Le point délicat de cette classification est visiblement celui-ci : le buntersandstein ou grès bigarré est dédoublé en deux parties, dont l'une, la plus basse, est mise dans le permien, et dont la plus élevée reste dans le trias. Ce dédoublement est-il fondé sur des caractères stratigraphiques ou paléontologiques suffisants? C'est ce qu'a nié M. Marcou. En rejetant toute la masse du grès bigarré dans le trias, il ne laissait plus dans le terrain inférieur que le zechstein et le rothliegende, et proposait pour la réunion de ces deux termes le nom de dyas.

Si M. Marcou en était resté là, il aurait eu la satisfaction de voir M. Geinitz se ranger de son côté; car le nom et la délimitation du dyas ont été adoptés par le géologue de la Saxe dans l'important ouvrage qu'il vient de consacrer au terrain permien. Mais tandis que M. Marcou retirait le dyas de la série des terrains paléozoïques, M. Geinitz était conduit par l'étude approfondie de sa faune à l'y maintenir. Dans sa savante monographie, M. Geinitz (1)

(1) Dyas. *Oder die Zechstein-Formation und der Rothliegende.*—Leipzig, 1861.

fait la description complète de ce terrain, le suit d'une partie de l'Europe à l'autre et jusque dans le Spitzberg et l'Amérique du Nord.

Voici la classification stratigraphique adoptée par cet auteur :

B. Zechstein.		A. Rothliegende parallèle à la formation marine du Zechstein.
Zechstein supérieur.	5. Dolomie (Upper yellow limestone d'Angleterre).	
Zechstein moyen.	4. Rauchwacke ou Dolomie (Shell-limestone d'Angleterre).	Ab. Rothliegende supérieur qui, parallèle en Allemagne au Zechstein moyen et inférieur, s'élève en Angleterre jusqu'au Zechstein supérieur.
Zechstein inférieur.	3. Zechstein passant par le bas à des marnes bitumineuses (Compact limestone, Angleterre). 2. Schistes cuivreux (Marlslate d'Angleterre). 1. Weissliegendes (Kupferletten de Hesse; Sanderz de Thuringe; dolomie ancienne de Gera).	
Aa. Rothliegende inférieur; grès à Walchia (Ludwig), grès rouges; porphyres, retinites, mélaphyres, etc.		

D'après l'ensemble de ses observations, M. Geinitz n'hésite pas à rattacher son dyas à la période paléozoïque. Il se sépare ainsi bien nettement de M. Marcou, tout en adoptant le nom que celui-ci a proposé, et en retranchant comme lui du groupe nouveau la partie inférieure du grès bigarré.

Sir Roderick Murchison (1) a dû naturellement prendre la défense du terrain permien; sa critique des idées de M. Marcou a surtout porté sur le nom de *dyas* et sur les inconvénients qu'offre une dénomination de ce genre.

Le terrain permien a en effet des subdivisions variables d'un pays à l'autre; en Allemagne il comprend deux parties constituantes principales, le Rothliegende et le Zechstein; mais, en certaines régions, à Eisenach, par exemple, le zechstein passe à des marnes sableuses et à des argiles supérieures (Bunterschiefer). En Angleterre le permien ne forme dans le Shropshire et le Staffordshire qu'une vaste masse arénacée. M. Binney a retrouvé les fossiles du zechstein dans des marnes rouges intercalées dans la partie supérieure de cette masse; de plus, en suivant ces roches vers le nord, il a montré qu'il y a au-dessous des conglomérats, et des grès rouges ayant 600 mètres d'épaisseur. M. Harkness estime l'épaisseur de ces grès et conglomérats inférieurs, dans le Cumberland, de

(1) *On the impropriety of the name* Dyas.—Murchison, *Quarterly Journ.*, 1861.

1.200 à 1.500 mètres; ils y sont surmontés de schistes à empreintes végétales, de couches argileuses, sableuses et calcaires; ces dernières qui représentent le calcaire magnésien, sont terminées par des schistes rouges argileux. En Écosse, le même terrain n'offre plus de calcaires et ne forme qu'une masse uniforme de grès.

Ces variations dans les éléments constituants du terrain permien paraissent à sir Rod. Murchison une raison suffisante pour repousser la dénomination de Dyas, qui, bonne pour la Saxe, ne l'est plus dans d'autres pays.

Faune. — Le nombre des espèces animales décrites par M. Geinitz dans le Dyas s'élève à 216. La classe des Sauriens est représentée par 9 ou 10 espèces; on y distingue des Lacertiens et des Labyrinthodontes. Ces derniers apparaissent pour la première fois dans la formation carbonifère et prennent plus tard un grand développement dans le trias.

Du reste, le nombre des reptiles signalés tend tous les jours à augmenter; car le calcaire du rothliegende inférieur des environs de Hohenelbe, présente des empreintes de pas qui ont été rapportées par M. Geinitz (1), à deux reptiles distincts : Saurichnites Salamandroïdes et S. Lacertoïdes. Dans le calcaire du rothliegende de Niederhasslich, le même géologue a trouvé une dent d'un nouveau labyrinthodonte, Onchiodon labyrinthicus. Enfin le percement du puits de la compagnie houillière d'Oberlungwitz, dans l'Erzgebirge, amené la découverte, dans le rothliegende, d'un saurien que M. H. de Meyer a nommé Phanérosaurus Naumanni en l'honneur du savant professeur de Leipzig, M. C. F. Naumann.

Parmi les poissons du Dyas, dont M. Geinitz décrit 43 espèces, les ganoïdes hétérocerques sont de beaucoup prédominants et montrent une grande analogie avec les espèces carbonifères.

La classe des crustacés, représentée par 25 espèces, fournit de nombreux entomostracés; elle offre aussi les prototypes des Décapodes et des Isopodes; ces derniers semblent apparaître pour remplacer les tribolites.

Les Gastéropodes (25 espèces) et les Conchifères (40 espèces) sont mi-paléozoïques, mi-mésozoïques.

Les Brachiopodes (30 espèces), selon M. Geinitz, sont purement paléozoïques et présentent les formes qui servent le mieux à reconnaître le zechstein. Les genres Productus, Strophalosia, Or-

(1) *Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, redigirt von Dr A. Drechsler. 1861, 29.

this, Camarophoria appartiennent exclusivement à la période paléozoïque; les autres genres sont: Terebratula, Rhynconella, Spirigera, Lingula, Discina, Crania, Spirifer. Ces derniers remontent, on le sait, dans les terrains supérieurs, mais les Térébratules du zechstein ressemblent à s'y méprendre à celles du dévonien, et souvent on a considéré d'autres brachiopodes du zechstein comme identiques à des espèces du terrain carbonifère. C'est ainsi que M. Kirkby (1) a cru découvrir dans les couches carbonifères de Durham, la Lingula Credneri, fossile considéré comme caractéristique du permien. A cette occasion, ce géologue a cité plusieurs autres espèces communes à ces deux terrains et cherché à prouver que le permien ne doit pas être considéré comme un système géologique indépendant. La connexion entre les formes organiques des terrains carbonifères et du terrain permien est, d'après M. Kirkby, plus intime que celle qui existe entre le silurien et le dévonien, ou entre le dévonien et le carbonifère.

M. Geinitz n'accepte point l'identification reconnue par M. Kirkby; il n'y voit qu'une ressemblance de plus qui rapproche la faune permienne des faunes paléozoïques. La même analogie se reproduit pour les treize zoophytes qu'il décrit.

Flore. — Pour ce qui est de la flore du dyas, elle est étroitement liée à celle de la formation houillère.

Il a été bien constaté que quelques espèces houillères s'élèvent jusque dans les couches du rothliegende, notamment les Cyatheites arborescens, Walchia piniformis, quelques formes des noeggerathiées.

Il ne paraît pas non plus que les sigillariées aient complétement disparu après le terrain houiller. M. Geinitz (2) signale, en effet, plusieurs Sigillaria qu'il a observés dans le terrain permien. Il décrit spécialement Sigillaria Dauziana trouvé à la partie inférieure du Rothliegende aux environs de Smalkalden. Ce Sigillaria se rapporte à la famille des Leiodermariæ de Goldenberg; il est d'ailleurs associé à des fossiles permiens, notamment au Walchia piniformis.

---

(1) *Proceed. of geol. Soc.*, 1860; 412.

(2) *Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft*, XIII, 672.

TERRAINS MÉSOZOÏQUES.

Terrain triasique.

CHESHIRE ET WARWICKSHIRE. — Dans une étude sur les terrains secondaires de l'Angleterre, M. E. Hull (1) s'est spécialement occupé du trias. La comparaison de coupes faites dans le Cheshire et dans le Warwickshire oriental lui a donné les résultats suivants :

	Cheshire.	Warwick.
	mèt.	mèt.
Marnes irisées	910	120
Grès du keuper inférieur	140	60
Grès bigarré	650	»
	1.700	180

On voit que l'épaisseur de ce terrain est presque dix fois plus grande dans le premier comté que dans le deuxième. Il y a donc un amincissement bien prononcé vers le sud-est de l'Angleterre. Le développement que le trias peut prendre montre du reste toute son importance, et M. Hull fait remarquer qu'on ne lui en a pas accordé assez. Car de nombreuses variations s'observent dans le régime de ces dépôts qui s'opéraient dans des eaux, tantôt tranquilles et tantôt courantes; en outre le trias a été soumis à beaucoup de dislocations.

WEIMAR. — La faune du trias, qui passe également pour assez pauvre, a été enrichie depuis quelques années par les travaux de divers savants : on doit notamment une description détaillée des mollusques des environs de Weimar à M. Charles de Seebach (2). Le trias de cette région est par lui subdivisé comme il suit :

Keuper.	Marnes irisées moyennes. Dolomie. Marnes irisées inférieures.
Lettenkohle.	Sables. Argiles.
Muschelkalk supérieur. (Friedrichshall.)	Argiles. Banc à Terebratula vulgaris. Argiles à Gervillia socialis. Calcaires à Encrinites liliformis, Tereb. vulgaris, Lima striata. Muschelkalk oolitique.

(1) *Revue universelle des mines, des sciences et des arts appliqués à l'industrie*, 1861 ; X, 30.

(2) *Zeitsch. d. d. geologischen Gesellschaft*, 1861 ; 551.

Muschelkalk moyen. (Groupe de l'anhydrite.)	Calcaire marneux supérieur. Marnes dolomitiques. Calcaire marneux inférieur.
Muschelkalk inférieur ou Wellenkalk.	Calcaire à Myophoria orbicularis. Schaumkalk ou calcaire à Térébratules supérieur. Wellenkalk supérieur. Calcaire à Térébratules inférieur. Wellenkalk inférieur. Dolomie. Banc à Trigonies.

M. de Seebach décrit : Terebratula (1 espèce). Spirifer (1). Ratzia (1). Lingula (1). — Ostrea (4). Anomia (1). Melanoposis (1). Pecten (6). Hinnites (1). Lima (3). Estheria (1). Gervillia (6). Mytilus (1). Modiola (4). Lithodomus (2). Arca (1). Nucula (4). Myophoria (12). Astarte (2). Cypricardia (1). Myoconcha (2). Corbula (1). Pholadomya (4). Thracia (1). Myacites (2). — Dentalium (1). Pleurotomaria (1). Trochus (1). Natica (4). Evomphalus (1). Turbonilla (2). Turbinella (1). — Nautilus (1). Ceratites (3). Goniatites (1). Rhyncolithus (1). Conchorhynchus (1). — En tout 4 brachiopodes, 60 pelécypodes, 11 gastéropodes, 7 céphalopodes, soit 82 espèces de mollusques.

Il est des fossiles qui sont communs à toutes les couches du trias; tels sont : Lingula tenuissima, Pecten Albertii, Gervillia socialis, G. costata, Myophoria vulgaris, Natica Gaillardottii, Gyrolepis Albertii, et Nothosaurus.

Les fossiles spéciaux au muschelkalk sont : Encrinus liliformis, Terebratula vulgaris, Spirifer gracilis, Ostrea ostracina, Pecten discites, Hinnites comtus, Myophoria elegans, M. ovata, Myoconcha Thielani, Corbula dubia, Dentalium lœve, Pleurotomaria Albertiana, Turbonilla dubia, Serpula volvata.

Foraminifères. — MM. Jones et Parker (1) ont signalé une trentaine de foraminifères dans des marnes bleues et rouges, rapportées avec quelque doute cependant à la partie supérieure du Keuper : l'excavation de laquelle ces fossiles proviennent est ouverte pour l'extraction du gypse et elle se trouve à Chellaston, près Derby.

Ces auteurs indiquent les genres Nodosaria, Lingulina, Frondicularia, Flabellina, Dentalina, Vaginulina, Marginulina, Planularia, Cristellaria, Polymorphina, Bulimina, Rotalia, Lituola, Nubecularia; ils font passer toutes les espèces à travers le lias, l'oolite, la craie,

(1) *Quaterly Jour. f. Geolog. Society*, 1860.

les terrains tertiaires, jusqu'à l'époque actuelle et ils les comparent à celles qui ont été décrites pour ces différents terrains.

C'est la première fois qu'on a signalé la présence des foraminifères au niveau du Keuper.

Limite entre le trias et le lias.

Nous signalions l'an dernier de nombreux travaux consacrés à l'étude du bone-bed et des lits dits à Avicula contorta qui forment la limite, encore assez incertaine, entre le trias et le terrain jurassique (1).

ANGLETERRE. — En Angleterre, M. Charles Moore (2) a encore ramené l'attention sur ces couches : voici ses subdivisions prises du haut en bas.

Zone à Ammonites planorbis.
Zone à Enaliosauriens.
Lias blanc. . . . . } formation rhétique.
Lits à Avicula contorta. }
Marnes du Keuper.

M. Moore propose de joindre le lias blanc aux lits à avicules sous le nom commun de *formation rhétique* qu'il emprunte à M. Gümbel, géologue bavarois; il rattache d'ailleurs au trias l'ensemble de cette formation.

La faune du lias blanc est pauvre et les espèces qui la caractérisent, Ostrea liassica Strikl., Plicatula interstriata Ew., Modiola minima, se trouvent aussi dans les lits inférieurs : les Monotis, Lima, Cypris, Estheria, quelques univalves de formes spécifiques douteuses, qui se rencontrent également dans le lias blanc, ont plutôt leurs représentants dans les lits à avicules que dans les couches à sauriens.

Les lits intermédiaires entre les marnes du Keuper et le lias inférieur qui n'ont en Angleterre que 11 mètres d'épaisseur, deviennent très-épais à Saint-Cassian et à Hallstadt : ils sont également représentés par les puissantes couches de Kössen, par le dépôt de l'Azzarola des Italiens, par les lits de Starkenberg et le Dachsteinkalk des géologues autrichiens.

M. Moore donne une table des fossiles rhétiques d'Angleterre

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860, vol. I, p. 127.
(2) *Quarterly Journal f. geol. Soc.*, 1861 : 483.

qui ont été trouvés à Holwell, Beer, Vallis, Stoke, Elphill dans la zone à Avicula contorta : cette liste comprend :

Un mammifère : Microlestes antiquus. Plieninger. — 7 poissons, — 2 crustacés, — 1 cirripède, — 42 mollusques, — des échinodermes, des zoophytes, — une plante. Le mémoire contient la description et les figures d'un très-grand nombre de ces espèces, dont plusieurs sont nouvelles et dues à M. Moore.

Nous avons eu récemment (1) l'occasion de visiter la collection de M. Ingram, à Harvington près Evesham. Le bone-bed se montre dans cette région, au-dessus des marnes irisées : nous avons vu des échantillons bréchiformes où des noyaux de marne jaunâtre sont empâtés dans le bone-bed ; la couche à avicules est vert foncé, pyriteuse, remplie de petites dents de poissons ; elle renferme une immense quantité de tæniodon dont les deux valves sont ordinairement réunies. A ces bivalves sont mêlées les aviculés contournées. Au-dessus de cette couche viennent les couches argileuses avec sauriens, insectes, empreintes végétales, puis les lits marneux à Ammonites planorbis. Cette coupe, que nous avons pu vérifier en partie, est bien conforme à celle qu'indique M. Moore.

Bourgogne. — M. Guillebot de Nerville (2) nous a rappelé qu'il a, dès l'année 1847, constaté l'existence du bone-bed à la base de l'infralias de la Bourgogne. Il est surtout bien caractérisé au souterrain de Blaisy où il paraît composé des quatre couches qui suivent :

Grès quartzeux effervescent, moucheté de pyrite de fer, présentant des rubans à gros grains anguleux, avec dents de poissons (Squales?).	0m,35
Marnes noires schisteuses renfermant quelques vertèbres de Sauriens. . . .	0, 10
Grès fin blanchâtre avec veinules marneuses noires.	0, 30
Marnes argileuses noires très-feuilletées, enchâssant de gros bancs lenticulaires d'un grès à ciment calcaire à grains quartzeux, anguleux et luisants, avec dents de poissons et de Sauriens ; elles atteignent quelquefois. . . . . Elles dégénèrent en beaucoup de points en une brèche calcaire.	0, 45

Dans les puits à plâtre de Mémont qui sont assez voisins de Blaisy, M. G. de Nerville a bien rencontré des grès quartzeux, divisibles en plaques minces et renfermant des dents de poissons ; mais jusqu'à présent on n'a pas trouvé de bancs à ossements. Les mêmes ossements de sauriens s'observent encore à Thoste, à Beauregard, et ils sont alors dans une lumachelle ferrifère avec aviculés, pectens et chemnitzies.

(1) Notes prises par M. Laugel en Worcestershire.
(2) Lettre à M. Delesse.

HANOVRE et BRUNSWICK. — M. Schlönbach, qui a constaté en 1860 l'existence du bone-bed à Salzgitter (1), est revenu encore plus récemment sur le même sujet (2). Cette couche, suivant lui, joue à peu près le rôle du terrain wealdien, intercalé entre le Jura et la craie, ou de l'argile de Speeton intermédiaire entre le néocomien et le gault; elle a un facies mi-triasique, mi-liasique; M. Schlönbach l'a spécialement étudiée dans le Hanovre et dans le Brunswick. Voici la liste des fossiles du groupe du bone-bed allemand :

Cardium Rhæticum Mer., Tæniodon præcursor Sch., Tæniodon Ewaldi Born., Leda Deffneri Opp., Anodonta Deffneri Deffn., Mytilus minutus Goldf., Gervillia præcursor Qu., Gervilia inflata Schafn., Avicula contorta Portl., Pecten acutiauritus Schafn., Lingula Suessi Stoppani; petits gastéropodes, dents, écailles, coprolites, restes de labyrinthodon, calamites, cycadées, fougères, etc.

1° Le vrai lit à ossements se trouve à la limite des marnes irisées supérieures et du grès du bone-bed.

2° Un deuxième lit à ossements se rencontre dans des plaques de grès supérieures au quadersandstein du bone-bed principal; mais il n'y reste guère que des empreintes.

3° Les coquilles de Kössen, notamment l'Avicula contorta, s'observent tant au-dessus qu'au-dessous de ce quadersandstein : il en est de même du Teniodon præcursor, petit bivalve dont on rencontre de grandes quantités réunies.

4° Le bone-bed inférieur, ainsi que les grès qui le surmontent, renferment des restes de Labyrinthodon.

ALPES BAVAROISES. — M. Winkler (3) a spécialement étudié les couches à Avicula contorta des Alpes bavaroises; il n'hésite pas à en faire un étage nouveau qu'il nomme *Oberkeuper* ou keuper supérieur. Quels sont suivant lui les titres de ce nom nouveau qui vient après celui d'*infraliasien* donné par M. Stoppani, d'*infralias* de M. Martin, de *Muschel-keuper* de M. Gümbel?

Les matériaux paléontologiques qui ont servi de fondement à l'opinion de M. Winkler ont été recueillis sur la Koth-Alpe près Fischbachau, dans la haute Bavière. Les fossiles y sont très-abondants et dans un admirable état de conservation.

Pour ranger les couches en litige dans le trias, ainsi que l'a fait Sir Charles Lyell, M. Winkler invoque :

1° Les vertébrés communs au trias et au bone-bed;

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860, 1er volume, p. 129.
(2) *N. Jahrb. v. Leonhard*, 1862; p. 146.
(3) *Zeitschrift d. d. g. Ges.*, 1861; p. 159. — Berlin.

2° La présence de quelques mollusques et le caractère général de la faune qui rappelle celle de Saint-Cassian.

D'un autre côté, on a fait valoir des raisons qui nous paraissent avoir une grande importance pour attribuer à ces couches un caractère jurassique :

1° Les vertébrés des couches à Avicules, considérés comme liasiques, n'ont pas été déterminés avec certitude (Oppel);

2° Quelques-uns de ces vertébrés manquent dans le trias et ont de l'analogie avec des espèces liasiques (Oppel).

3° Le genre Sphærodus ne se trouve jamais au-dessous du lias et l'Acrodus nobilis appartient positivement au lias : un Hybodus est plutôt allié des espèces jurassiques que des espèces triasiques (Alberti).

4° Les espèces du bone-bed s'élèvent dans certaines localités jusqu'au calcaire à Ammonites planorbis (Oppel).

5° Quelques animaux des couches à Avicules contournées passent dans le lias (Rolle, Martin, Stur).

6° Le bone-bed est intercalé dans un calcaire à Amm. Hagenowi (Rolle);

7° Une bélemnite a été trouvée dans les couches à Avicula contorta (de Mortillet);

8° Les brachiopodes ne peuvent se comparer qu'à ceux du lias (Stur);

9° Beaucoup d'espèces liasiques s'observent dans les couches à Avicules; telles sont : Amm. planorbis (Winkler, Stur); Lima punctata (Leymerie), Nucula complanata, Pinna folium, Pecten liasinus, Terebratula cornuta, Spirifer rostratus, Spirifer Münsteri, Lima gigantea (v. Hauer, Suess).

A ces arguments, M. l'abbé Stoppani en a d'ailleurs ajouté de nouveaux en signalant en Lombardie 24 espèces jurassiques dans les couches à Avicules. Toutefois il a admis que leur faune présente un caractère mi-triasique, mi-liasique, tout en donnant au dernier la prééminence.

Malgré les raisons qui viennent d'être énumérées, M. Winkler maintient son opinion. Il conteste les déterminations des fossiles réputés jurassiques par M. Stoppani, mais il pense, comme plusieurs géologues, que les couches à Avicula contorta doivent être élevées à la dignité d'un étage spécial. Il donne la liste complète des animaux qui en composent la faune, d'après ses propres recherches et d'après celles de MM. Guembel, von Hauer, Quenstedt, Winkler, von Münster, Escher, Stur, Oppel, Suess; cette liste, bornée aux Alpes septentrionales, ne comprend pas moins de

85 genres et 239 espèces (M. Stoppani avait compté 176 espèces en Lombardie). D'autre part, M. Oppel cite dans le lias 76 genres renfermant 383 espèces; d'après M. von Münster, la faune de Saint-Cassian comprend 79 genres et 422 espèces. Tout le reste du trias n'a que 119 genres et 595 espèces, d'après MM. von Münster, Alberti, Giebel et Schauroth. La simple comparaison de ces chiffres fait immédiatement ressortir l'importance des couches à Avicules.

M. Winckler nie d'ailleurs l'identité d'aucune espèce appartenant à ces couches, soit avec celles du lias, soit avec celles des parties inférieures du trias; il critique sans exception toutes les déterminations qui sont contraires à sa thèse. Les affinités générales de la faune des couches à Avicules la rapprochent toutefois du trias, dans l'esprit de l'auteur, qui pour conclusion de son mémoire, propose de classer comme suit ce terrain secondaire:

1° Grès bigarré; 2° Muschelkalk; 3° Keuper; 4° Ober-Keuper.

Les couches à Avicules formeraient ainsi un quatrième étage du trias, étage indépendant et de même valeur géologique que les trois autres parties de ce terrain.

Pennsylvanie. — En Amérique, nous avons aussi à signaler un travail relatif à des couches qui servent de limite commune au trias et au lias. En effet, M. Charles Wheatley (1) signale la découverte d'un bone-bed dans le « nouveau grès rouge » de Phœnixville en Pennsylvanie. Un tunnel percé près de cette ville montre la coupe suivante:

1° Schistes bitumineux noirs, avec os de sauriens, esthéries, restes de poissons ganoïdes et de cypris;

2° Alternances de schistes noirs avec estheries, cypris, coprolites, débris de poissons ganoïdes et de couches de grès rouge avec plantes;

3° Bone-bed, rempli d'os de sauriens;

4° Schiste bitumineux noir, avec estheries et coprolites.

Les poissons de Phœnixville sont: Turseodus acutus (Leidy), Rodiolepis speciosus (Emmons), Catopterus gracilis (Redfield). Les reptiles sont: Clepsisaurus Pensylvanicus (Lea), Eurydorus serridens (Leidy), Composaurus? Leidy, Centemodon sulcatus (Lea).

Les schistes et grès de Phœnixville ont beaucoup de ressemblance avec ceux de Nagpùr et Mangali dans l'Inde centrale, que MM. Hislop et Hunter rapportent à la partie inférieure du terrain jurassique.

(1) *Silliman American Journal*, 1861; 41.

Terrain jurassique.

Lias.

AISNÉ, ARDENNES. — Un gisement de fossiles liasiques a été trouvé près d'Hirson (Aisne); sur 17 espèces déterminées par M. d'Archiac (1), 14 se retrouvent dans le second étage du lias de Calvados. M. Édouard Piette (2) a signalé un gîte coquillier semblable à Maubert dans les Ardennes, les fossiles s'y rencontrent dans une limonite ferrugineuse.

Ces gisements présentent une grande analogie avec les anciens rivages de la mer liasique, connus depuis longtemps dans le département du Calvados, à May, à Fontaine-Étoupefour, à Amége-sur-Orne, etc.

MOSELLE. — M. Terquem (3) a continué ses recherches sur les foraminifères du lias de la Moselle (étage moyen et étage inférieur).

Le nombre des genres reconnu dans le lias s'élève à 24; le total des espèces découvertes jusqu'à présent à 112; et ce chiffre est sans doute destiné à s'accroître.

Les coupes géologiques de deux points intéressants, faisant connaître le lias des environs de Metz, avaient encore été envoyées à l'Exposition de Londres par MM. O. et A. Terquem (4). La première est celle du mont Saint-Quentin, la deuxième celle de la côte Saint-Julien. Les deux coupes portent des cotes rapportées au niveau de la plaine ou de la Moselle; ces cotes sont celles de la partie supérieure de chaque couche:

Mont Saint-Quentin.

		cotes. mèt.	épaisseur. mèt.
Oolite inférieure, calcaire ferrugineux		190,0	44,5
Lias supérieur.	Hydroxyde de fer	145,5	0,5
	Grès supraliasique	145,0	45,0
	Calcaire gréseux	100,0	8,0
	Marnes à trochus	92,0	18,0
	Calcaire noduleux	74,0	6,0
	Marnes du calcaire noduleux	68,0	13,0
	Marnes bitumineuses	55,0	39,0
Lias moyen	Grès médioliasique	16,0	11,0
	Marnes à plicatules	5,0	5,0
	Marnes à ovoïdes ferrugineux	0,0	

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 569.
(2) *Bull. géol.*
(3) *Mémoires de l'Académie impériale de Metz*, 1860-61.
(4) Notes prises par M. Delesse à l'Exposition.

Côte Saint-Julien.

		mèt.	mèt.
Lias moyen. . .	Grès médiolliasique et marnes.	90,0	5,0
	Marnes à ovoïdes ferrugineux.	85,0	20,0
	Marnes feuilletées.	65,0	20,0
	Calcaire ocreux.	45,0	5,0
Lias inférieur. .	Calcaire à gryphées arquées.	40,0	17,0
	Marnes rouges.	23,0	1,0
Grès du bone-bed.		22,0	

Au mont Saint-Quentin un niveau de sources s'observe à la cote 110 vers la partie inférieure du grès supraliasique. Sur le versant de cette montagne qui regarde la ville de Metz se trouve la butte de Charles-Quint dont le sommet atteint la cote 100; elle est formée par un petit lambeau de grès supraliasique qui paraît avoir glissé au-dessus des marnes à trochus.

A la côte Saint-Julien, la coupe de MM. Terquem montre bien que les marnes à ovoïdes ferrugineux ont glissé jusqu'au bas de la colline. On voit en outre que le grès du bone-bed a été reployé comme un V, ce qui n'a pas eu lieu pour le lias qui le recouvre; en sorte qu'il en est indépendant.

Hierlatz. — M. Oppel (1) a enrichi la liste des brachiopodes signalés dans le lias inférieur. Ce terrain était considéré comme très-pauvre sous ce rapport; car, dans son Prodrome, M. d'Orbigny n'y cite que vingt espèces de brachiopodes, dont sept espèces seulement provenant d'Europe. M. Oppel en a décrit quarante-quatre espèces appartenant aux genres Terebratula, Spirifera, Rhynconella, Lingula : vingt-deux espèces ont été trouvées hors des Alpes; les autres proviennent de la montagne de Hierlatz.

Cette montagne est située au nord de Hallstatt; les couches que les géologues allemands désignent actuellement sous le nom de couches de Hierlatz sont des calcaires déposés dans les Alpes Autrichiennes sur le Dachstein (Salzkammergut) ou sur les schistes de Kössen (Tyrol). La faune de Hierlatz présente beaucoup d'analogie avec celle de Fontaine-Étoupefour en Normandie (lias moyen). M. Stoliczka (2) a décrit et figuré les gastéropodes (54 esp.) et les acéphales (17 esp.). Les céphalopodes avaient déjà été décrits par M. de Hauer (3) et les brachiopodes le seront par M. Suess. Parmi les 72 espèces figurées par M. Stoliczka, 48 sont spéciales aux Alpes; sur les 24 autres, 18 sont identiques à des es-

(1) *Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft*, 1861; 529.
(2) *Sitzungsb. der K. Akad. der Wiss.* — Vienne, 1861; 157.
(3) *Cephalopoden des Lias der Alpen. Denkschriften der K. Akad.*, XI, 1856.

pèces de Normandie, 12 à des espèces du sud de l'Allemagne.

LOMBARDIE. — Le calcaire marneux, jaune ou gris, qu'on nomme Medolo, renferme dans le val Trompia (province de Brescia) des ammonites nombreuses; M. de Hauer (1) les a déterminées et les rapporte aux espèces suivantes.

A. heterophyllus Sow.	A. margaritatus Montf.
A. Zetes d'Orb.	A. radians Rein.
A. Partschi Stur.	A. Taylori Sow.
A. Tatricus Puch.	A. Pettos Quenst.
A. Mimatensis d'Orb.	A. crassus Phill.
A. fimbriatus Sow.	A. planicostatus Sow.
A. trompianus Hau.	A. Ragazzonii Hau.
A. Phillipsi Sow.	A. Spinellii Hau.
A. Medolensis Hau.	

De ces 17 espèces, 9 ont été trouvées déjà dans le Calcare ammonitico-rosso de Lombardie; le Medolo comme le Calcare rosso correspond, suivant M. de Hauer, au lias moyen et supérieur (liasien et toarcien de d'Orbigny).

Sous le Medolo on rencontre un calcaire plus compacte, nommé Corso, qui est aussi fossilifère, mais qui n'a pas encore été étudié suffisamment. Il représente peut-être le lias inférieur.

Flore liasique. — La flore du lias n'est pas connue depuis longtemps. MM. Göppert, Sternberg et Braun ont décrit les premiers les plantes liasiques découvertes sur la Theta, près de Bayreuth, et fait remarquer que la végétation du lias se distingue par la prédominance des cycadées; car sur 130 espèces aujourd'hui connues, plus de la moitié appartiennent à cette classe. On a retrouvé la flore liasique à Gaming dans l'Autriche, à Halberstadt, à Quedlinburg, à Coburg, à Hör, dans le Wurtemberg, à Steierdorf, dans le Banat, à Holback et Neustadt en Transylvanie, à Strensham dans le Worcestershire, dans la houille de Richmond en Virginie (?).

Dès 1847, M. Gœppert (2) avait reconnu la flore liasique dans des échantillons envoyés du Caucase par M. Abich, et provenant du district d'Okriba, au nord de Kutais, dans l'Iméréthie. Les empreintes végétales s'y trouvent dans des marnes argileuses noires et des grès marneux, qui ne contiennent pas d'autres restes fossiles. A ces marnes succède une formation de grès houiller, de conglomérat grossier et de couches de houille : cette houille présente

(1) *Sitzungsber. der K. Akad. der Wiss.* — Vienne, 1861; 403.
(2) *Bulletin de l'Académie impériale de Saint-Pétersbourg*, vol. III, p. 292. 1861.

une épaisseur de 15 mètres à Tquirbul, sur le Tserdilitsqual, où on l'exploite.

Les végétaux de ce terrain n'ont pu être rapportés par M. Göppert à la période carbonifère; il n'y a reconnu ni calamites, ni sigillaria, ni stigmaria, ni lycopodiacées. La flore du Caucase se compose de cycadées principalement : les plus belles empreintes appartiennent à un pterophyllum, nommé par M. Göppert pterophyllum abichianum, et la houille paraît formée presque entièrement par ses feuilles. D'après l'examen de ces plantes, M. Göppert rapporta d'abord les couches de houille et les schistes qui les accompagnent à la partie inférieure du Jura brun allemand (Oxfordien inférieur); il y fut d'autant plus porté, que M. Abich avait mis la formation houillère d'Iméréthie au même niveau géologique qu'une autre formation houillère, en Mingrélie, près Gondau, et avait rangé cette dernière dans le terrain jurassique inférieur.

En 1848, M. Abich envoya à M. Göppert de nouveaux échantillons et ce dernier y découvrit :

Tæniopteris vittata (Brongniart); tæniopteris asplenioides (Ettingshausen); alethopteris whilbiensis (Göppert); equisetes gamingensis (Ettingshausen); nilssonia elongata (Brongn.).

Il fut conduit ainsi à mettre la formation houillère du Caucase, contenant des plantes de Gaming (Autriche) et de Bayreuth, au niveau du Jura noir ou du lias. Deux des plantes que nous venons de nommer se trouvent, il est vrai, à Scarborough, dans l'Oxfordien inférieur, tæniopteris vittata et alethopteris whithiensis; mais le charbon de l'Iméréthie ressemble, même dans ses propriétés physiques, au charbon liasique de Gaming et de Bayreuth.

Le docteur Gobel, qui accompagna M. de Khanikoff dans son expédition dans le Khorassan, trouva une couche de charbon de $0^{m},65$ d'épaisseur au sud de la mer Caspienne, dans la province d'Astérabad (Perse), à l'est du village Tasch, dans les collines de l'Alborus. On avait cru rencontrer là le vrai terrain houiller, lorsque les études de M. Göppert ont fait évanouir cette espérance : le savant botaniste a rapproché le nouveau dépôt de ceux de l'Iméréthie et du Daghestan. Des débris très-nombreux de pterophyllum y sont alliés à Nillsonia Sternbergii de Bayreuth, à Alethopteris Whitbiensis, Tæniopteris vittata, Camptopteris Nilssonii, etc.

Jusqu'ici l'on n'a donc trouvé aucune trace du terrain houiller proprement dit dans le Caucase, et la flore fossile de cette région présente un caractère incontestablement liasique. On sait du reste que, dans plusieurs gisements, de la houille, susceptible d'être

ploitée avec avantage, appartient également à l'époque jurassique (1).

Oolite inférieure.

CHER. — La stratigraphie du système oolitique inférieur dans le département du Cher a été indiquée par M. Ebray (2), qui a fait connaître aussi les principaux fossiles des couches diverses qui le composent. Ses études, à ce double point de vue, ont été résumées dans un tableau synoptique qui comprend depuis le lias supérieur jusqu'à l'oxfordien inférieur.

CÔTE-D'OR. — M. Ebray (3) a présenté aussi quelques coupes pour éclaircir la stratigraphie du même système dans les environs de Tournus et dans une partie du département de la Côte-d'Or.

BASSIN du RHÔNE. — Dans le bassin du Rhône, la base de l'oolite inférieure est formée par une couche calcaire très-peu fossilifère, qui est remplie de fucoïdes (Chondrites scoparius, Thiollière). Ce calcaire domine les couches à Ammonites opalinus et se place au-dessous du calcaire à Entroques avec Pecten personatus. On l'a nommé quelquefois calcaire à coups de balai, parce que les fucoïdes ont laissé des empreintes semblables aux traces que produirait un balai sur une surface terreuse. M. Dumortier (4), en signalant ce fait, observe que ces empreintes n'ont pas été signalées dans le nord et dans l'ouest de la France.

PROVENCE. — M. Hébert (5) a cherché à démontrer que le terrain jurassique du midi de la France est indépendant des gypses et des cargneules qui doivent être rapportés au trias, et qu'il présente d'ailleurs les mêmes divisions que dans le nord de la France.

Voici une coupe indiquée pour les environs de Digne, en allant du haut en bas :

Oolite inférieure.	1° Calcaire marneux avec Ammonites Humphresianus, Blagdeni, cycloïdes, pygmæus (caractérisant l'oolite inférieure du nord de la France). Amm. Calypso, heterophyllus (du lias supérieur du nord de la France). Amm. tatricus (de l'Oxford clay du nord). . . . . (60 à 70 mètres).
Lias supérieur.	2° Marnes grises calcaires, schisteuses, avec Posidonies et Amm. Levesquei, Amm. variabilis, Amm. ipsignis. . . . (100 mètres).
	Schistes noirs alternant avec des calcaires marneux à Amm. discoïdes, complanatus. . . . . (200 mètres).
	Schistes noirs à Amm. radians, serpentinus. . . . (200 mètres).

(1) D'archiac : *Histoire des progrès de la géologie*, t. VI, VII. — Sir Charles Lyell : *Manuel de géologie élémentaire*, II, 21. — *Revue de géologie pour* 1861 ; II, 175.
(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861 ; 501.
(3) *Bull. géol.*, XVIII, 1861 ; 30.
(4) *Bull. géol.*, XVIII, 1861.
(5) *Compt. rend.*, 1861 ; 836.

Lias moyen à gryphæa cymbium.	3° Schistes gris à Amm. margaritatus passant par le haut à des grès calcaires.	(100 mètres).
	Calcaires compactes avec silex noirs.	(60 mètres).
	Calcaires marneux avec Avicula cycnipes	(80 à 90 mèt.).
	Brèche grossière.	(60 mètres).
Calcaire à gryphées arquées.	4° Calcaires et marnes avec Mactromya liasina.	
	Calcaires à gryphées arquées et à Amm. Bucklandi.	
	En tout.	(70 mètres).
Infra lias.	5° Horizon de l'Ammonites angulatus.	
	Couches à Avicula contorta.	
Trias.	6° Calcaires dolomitiques compactes ou terreux.	(70 mètres).
	7° Gypse associé à des argiles d'un rouge vif.	(30 mètres).

Les parties plus élevées du terrain jurassique ont été observées à Norante; on voit au-dessus du lias, les calcaires à Amm. Humphresianus (oolite inférieure), et au-dessus des marnes et calcaires à Amm. arbustigerus (partie inférieure de la grande oolite). Puis vient l'Oxford clay composé de, 1° marnes à Amm. cordatus, arduenensis, etc. (Oxford clay moyen), 2° calcaires des sommités avec A. plicatilis (Oxford clay supérieur). Le coral-rag a du reste été découvert dans les montagnes d'Escragnolles par M. Sc. Gras. Il y contient Terebratula insignis, Cidaris florigemma.

Citons encore la coupe de l'oolite inférieure et de la grande oolite à Solliés-Pont, près de Toulon.

Grande oolite.	Calcaires et marnes à Ostrea costata.
	Calcaires compactes, oolitiques.
	Calcaires marneux à Ammonites arbustigerus.
Oolite inférieure.	Calcaires peu fossilifères.
	Calcaires marneux à Lima heteromorpha, Desl. et à Ammonites Humphriesianus.

Oolite moyenne.

Corallien. — CALVADOS. — Le coral-rag renferme à Glos (Calvados), dans une couche sableuse, des fossiles extrêmement bien conservés. Cette faune, surtout remarquable par la surabondance des astartes, a été décrite et figurée par MM. Zittel et Émile Goubert (1).

Les échinodermes du coral-rag, de Trouville (Calvados) ont été l'objet de recherches faites par MM. Sœmann et Auguste Dollfus (2).

---

(1) *Note sur le gisement de Glos (Calvados), suivie de la description des fossiles du coral-rag de Glos.* — (*Journal de Conchyliologie* de M. A. Crosse, avril 1861.)

(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 168.

Oolite supérieure.

M. Valenciennes (1) a donné la description d'un Ichthyosaure trouvé par M. Lennier à Bleville, près du Havre, dans l'argile de Kimmeridge. Ce reptile diffère de l'Ichthyosaurus platyodon de Lyme-Regis, et M. Valenciennes le considère comme nouveau (Ich. Cuvieri).

Terrain jurassique. — Russie. — M. d'Orbigny avait rangé toutes les couches jurassiques de Russie dans l'oxfordien; mais M. Trautschold (2) a décrit ces couches dans le bassin de Moscou, et il y fait les subdivisions suivantes :

3. Sables verts olives et bruns, colorés par de l'oxyde de fer et reliés par de l'argile; caractérisés par Amm. catenulatus, Amm. Konigii, Panopæa peregrina, Pecten nummularis, Thracia Frearsi, Cyprina lævis (Charaschowo).
2. Sables argileux noirâtres avec deux couches fossilifères d'argile dans le milieu, calcarifères et bitumineux; caractérisés par Amm. virgatus, Amm. bifurcatus, Amm. biplex, Belem. absolutus, Rhynchonella oxyptycha, Astarte ovoïdes (Muniowniki, Charaschowo, Tatarowa).
1. Argile grise, presque plastique, micacée avec Amm. alternans, Amm. Humphriesianus, Belemnites Panderanus, Rhynconella furcillata, Dentalium anceps, Cucullæa concinna (Geliowa).

Le terrain jurassique moscovite a fourni jusqu'à présent 236 espèces, dont 103 autochthones et 133 communes à l'Europe occidentale. Voici comment ces dernières se répartissent : 18 du lias anglais, 21 de l'oolite inférieure, 19 de la grande oolite, 3 du bradford-clay, 7 du cornbrash, 4 du kelloway-rock, 12 de l'oxfordien, 1 du calcareous grit, 10 du coral-rag, 10 du kimmeridge, 6 du portlandien. En résumé, on compte 84 espèces du Jura brun allemand, 72 de l'oolite inférieure d'Angleterre, 74 espèces françaises, dont 28 seulement oxfordiennes. Pour spécifier l'âge des couches moscovites, on arrive à des résultats tout différents, suivant qu'on en compare la faune à celle du Jura français, allemand ou anglais. M. Trautschold pense que les 3 couches de Moscou représentent l'oolite inférieure, le bathonien et le kelloway-rock, tandis que l'oxfordien véritable correspond aux couches brunes avec gryphæa dilatata qui se trouvent sur l'Oka, entre Murono et Jelatma; mais il avoue que ce n'est là qu'un aperçu hypothétique. « Ce dont, écrit-il, je me suis assuré par mon travail, c'est que la durée des espèces est plus longue qu'on ne le pense communément,

(1) *L'Instit.*, 1861; 424.
(2) *Zeitsch. d. d. geol. Ges.*, 1861; 461.

et qu'elles dépassent plus fréquemment les bornes d'une couche qu'on ne l'a constaté jusqu'à présent. Il est aussi certain qu'on va souvent trop loin dans la différentiation des espèces, et que par là on ne rend pas seulement les travaux plus difficiles, mais l'on empêche d'apercevoir l'ensemble de la série naturelle des étages. Notre Jura moscovite fournit la preuve frappante qu'on ne réussit pas toujours à déterminer l'âge relatif des couches, à tracer des limites entre des dépôts très-restreints, car on ne peut coordonner d'une manière satisfaisante nos trois couches, si fossilifères et si bien caractérisées, avec les divisions adoptées dans l'Europe occidentale. »

Mers jurassiques. — M. Hébert (1) a construit des cartes manuscrites pareilles à celles que M. Élie de Beaumont a dès longtemps exposées dans ses cours; elles sont destinées à faire ressortir les limites de la mer jurassique aux diverses phases de l'époque géologique qui porte ce nom.

Terrain crétacé.

SARTHE. — Dans ses études sur le département de la Sarthe, M. Triger (2) a constaté l'absence du terrain néocomien, de l'aptien et du gault, qui constituent pour lui le terrain crétacé inférieur; mais dans ce département le terrain crétacé moyen et le terrain crétacé supérieur sont bien représentés. Ces deux derniers étages sont divisés par M. Triger en un très-grand nombre d'assises dont chacune est caractérisée par un fossile. Nous donnons ici la classification qu'il a adoptée, en regard de laquelle nous plaçons celle de M. d'Archiac. Dans son tableau, M. Triger indique d'ailleurs la correspondance de ses assises avec celles de la Carte géologique de France, du Geological Survey d'Angleterre, et aussi avec celles d'Alcide d'Orbigny.

---

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 97.
(2) *Divisions générales de la carte géologique de la Sarthe*, 1 feuille.

	Divisions DE M. TRIGER pour la Sarthe.			Numéros.	Épaisseur.	FOSSILES CARACTÉRISTIQUES DES ASSISES.
					mèt.	
TERRAIN CRÉTACÉ supérieur.	Groupe de l'Ostrea auricularis.	10 Zone du Spondylus truncatus.		6	1,30	Assise du Spondylus spinosus.
				5	1,70	*Id.* de l'Ammonites polyopsis.
				4	1,50	*Id.* de la Rhynconella vespertilio.
				3	1,20	*Id.* de l'Ammonites Bourgeoisii.
				2	2,00	*Id.* du Cidaris Vindocinensis.
				1	2,80	*Id.* de l'Acteonella crassa.
TERRAIN CRÉTACÉ MOYEN.	Groupe de l'Inoceramus problematicus.	9 Zone de l'Ammonites peramples.		6	2,00	*Id.* de l'Ammonites Requienianus.
				5	3,00	*Id.* de la Terebratella Bourgeoisii.
				4	0,80	*Id.* du Cidaris sceptrifera.
				3	3,50	*Id.* du Callianassa Archiaci.
				2	0,60	*Id.* de la Cyprina Noueliana.
				1	2,50	*Id.* de l'Ammonites papalis.
		8 Zone de la Rhynchonella Cuvieri.		3	1,00	*Id.* du Spondylus hippuritarum.
				2	2,50	*Id.* du Pleurotomaria Gallifennei.
				1	3,00	*Id.* de l'Inoceramus problematicus.
		7 Zone de la Terebr. Carantomensis.		2	2,00	*Id.* de l'Hemiaster nucleus.
				1	1,20	*Id.* du Nucleolites parallelus.
	Groupe de l'Ammonites auricularis.	6 Zone de l'Ostrea Mouriculata.		2	1,70	*Id.* de l'Ostrea plicata.
				1	2,30	*Id.* du Radiolites Fleurieuse.
		5 Zone de la Rhynchonella compressa.		8	2,80	*Id.* du Globiconcha rotundata.
				7	2,70	*Id.* de la Terebratella Menardi.
				6	0,80	*Id.* des Grès à empreintes végétales.
				5	2,00	*Id.* de la Pholadomaya Ligeriensis.
				4	1,50	*Id.* de l'Ostrea lingularis.
				3	2,50	*Id.* de la Rhynchonella compressa.
				2	2,50	*Id.* du Palæoplax Trigeri.
				1	0,80	*Id.* du Goniopygus Menardi.
	Groupe du Pecten asper.	4 Zone du Turrilites costatus.		7	1,20	*Id.* de la Thecidea rugosa.
				6	2,00	*Id.* de la Trigonia spinosa.
				5	0,80	*Id.* de l'Archiacia sandalina.
				4	1,80	*Id.* de l'Ammonites Rhotomagensis.
				3	0,80	*Id.* du Scaphites æqualis.
				2	1,60	*Id.* de la Trigonia dædalea.
				1	1,60	*Id.* du Nautilus Largilliertanus.
		3 Zone du Pygurus lampas.		7	1,60	*Id.* du Turrilites undulatus.
				6	1,00	*Id.* de la Trigonia sulcataria.
				5	2,00	*Id.* du Pecten elongatus.
				4	2,00	*Id.* des Zamia et des Conifères.
				3	1,00	*Id.* de la Perna lanceolata.
				2	1,50	*Id.* de la Lima Reichenbachii.
				1	1,80	*Id.* de l'Ammonites falcatus.
		2 Zone du Turrilites tuberculatus.		6	0,60	*Id.* de l'Ammonites Beaumonti.
				5	2,50	*Id.* du Nautilus elegans.
				4	0,60	*Id.* de l'Ammonites Mantelli.
				3	2,50	*Id.* de l'Ammonites inflatus.
				2	3,00	*Id.* de l'Hemiaster bufo.
				1	2,50	*Id.* de l'Hallirhoa costata.
		1 Zone de l'Ostrea vesiculosa.		2	2,00	*Id.* de l'Ostrea vesiculosa.
				1	3,50	Glauconie sans fossiles.
TERRAIN JURASSIQUE.						Calcaire à astarte minima.

GRÈS VERT. | MARNES A OSTRACÉES. | CRAIE MICACÉE. | CRAIE JAUNE DE TOURAINE. | D'ARCHIAC.

Entre la Loire et le Cher. — Les couches du terrain crétacé comprises entre la Loire et le Cher ont été l'objet d'une étude de M. Ebray (1).

Bassin de l'Adour. — D'après M. Nogués (2), dans le bassin de l'Adour, 1° la craie supérieure est représentée par des couches contemporaines de celles de Meudon, des couches moyennes de Maëstricht, de Dieppe, de Liége, etc. (calcaires de Tercis). 2° Les couches dolomitiques, les marnes gypseuses et les gypses sont dépendants du même groupe, mais placés à un niveau inférieur (Chalosse, Bidart, Villefranque). 3° La craie inférieure est représentée dans les Basses-Pyrénées par l'étage cénomanien (calcaire gris de la crête des Basses-Pyrénées, avec Sphærulites foliacea, Caprina adversa; calcaire noir d'Orthez). 4° Dans les Landes, les strates inférieurs du même système dépendent de l'étage néocomien supérieur (calcaire et marnes de Vieuport, schistes de Rebénac, lignites de Saint-Lon).

Provence et sud-ouest de la France. — M. Coquand a étudié naguère les dépôts crétacés de la Charente, et introduit à cette occasion une terminologie nouvelle dans l'étude de ce terrain. Plus récemment (3) il a cherché à montrer que sa classification pouvait également s'adapter aux couches crétacées de la Provence. Les diverses coupes indiquées par M. Coquand et prises aux environs de Castellane, de Cassis à Marseille, de Saint-Chamas à la Fave, des Martigues à l'étang de Berre, de l'étang de Caronte à la route de Saint-Pierre, de Brignolles au Plan-d'Aups, aux environs de Beausses et de la Cadière, etc., montrent une série de couches qui, du haut en bas, peut se résumer à peu près ainsi :

Calcaires à Turritella Coquandi et à Ostrea acutirostris.
Marnes et calcaires friables à Ostrea spinosa, Ostrea frons, etc.
Grès et sables supérieurs jaunâtres et rougeâtres à Ostrea auricularis.
Calcaires compactes en couches puissantes avec Hippurites organisans.
Sables et grès.
Calcaires à Sphærulites ponsiana.
Calcaires marneux à Terebratella carantonensis, Ostrea columba, Ostrea biauriculata, Ostrea flabellata, Strombus inornatus, etc.
Calcaires durs à Sphærulites foliaceus, Caprina adversa, etc.
Sables et calcaires sableux à Ammonites rhotomagensis.
Marnes aptiennes à Belemnites semi-canaliculatus.
Calcaire à Chama ammonia.

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 176.
(2) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 548.
(3) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 133.

LIMBOURG.—La craie du Limbourg renferme une faune très-intéressante: M. Binkhorst (1) van den Binkhorst en a entrepris la monographie. Il a décrit et figuré 106 espèces de Gastéropodes, appartenant à 38 genres différents, nouvelles pour la science, à l'exception d'une douzaine déjà décrites ou citées par Goldfuss, Hœninghaus, Bosquet et de Ryckholt. Il y a en outre ajouté la description d'une vingtaine de Céphalopodes de la craie du Limbourg, parmi lesquelles plusieurs espèces sont nouvelles, entre autres plusieurs Ammonites et une espèce d'Acantoteuthis. Les genres les plus abondamment représentés dans la curieuse faune crétacée dont M. Binkhorst a entrepris l'étude sont: Pyrula (8 espèces), Voluta (4 espèces), Natica (8 espèces), Cerithium (6 espèces), Turritella (8 espèces), Nerita (3 espèces), Turbo (14 espèces), Trochus (4 espèces), Emarginula (19 espèces), Fusus (4 espèces).

M. Reuss (2) a étudié les foraminifères de la craie tuffeau de Maëstricht; il en décrit 43 espèces, dont 16 sont propres à ce niveau du terrain crétacé; sur les 27 espèces restantes, il y en a 8 qui se retrouvent dans la craie blanche supérieure. 5 communes au sénonien supérieur et au sénonien inférieur, 7 qui sont dans le sénonien et dans les couches dites pläner en Allemagne, 3 appartenant au cénomanien, 2 au gault, une au hils (néocomien).

Le même auteur a trouvé dans la craie blanche de Rügen 37 espèces de foraminifères (9 spéciales à Rügen, 28 déjà trouvées dans d'autres couches du terrain crétacé).

Dans le grès vert sénonien de New-Jersey, il signale 25 espèces (7 propres à ce pays, 18 trouvées ailleurs, dans le terrain sénonien principalement).

NORD-OUEST DE L'ALLEMAGNE. — Il n'y a pas bien longtemps on croyait que le gault faisait défaut dans le nord-ouest de l'Allemagne; on l'y a retrouvé récemment aussi étendu, aussi bien développé que dans le sud-est de la France et dans la Suisse. Le tableau suivant extrait d'un mémoire de M. Strombeck (3), en fait connaître la composition, ainsi que celle du terrain néocomien allemand, et permet de saisir les rapports qui existent entre ces deux terrains.

---

(1) *Monographie des Gastéropodes et des Céphalopodes de la craie supérieure du duché de Limbourg.*

(2) *Sitzungsb. der Ak. der Wiss.* — Vienne, 1861; 304.

(3) *Zeitschrift der d. geol. Gesells.*, 1861; 20.

CÉNOMANIEN.		Bancs de grès vert avec petites Bélemnites? ultimus d'Orb.		
ALBIEN D'ORBIGNY.	GAULT supérieur.	*b* Flammenmergel, marnes argileuses contenant Amm. majorianus, Avicula gryphæoïdes, Amm. inflatus, latus, auritus, Turrilites, etc. *a* Argile avec Belemnites minimus, vert grisâtre avec concrétions coprolitiques.		
	GAULT moyen.	*c* Argile à Amm. tardefurcatus, grise, avec coprolites et géodes ferrugineuses. *b* Argile à Amm. milletianus, grise, avec beaucoup de géodes ferrugineuses. *a* Argile noire terreuse, sans fossiles.		= Under-quader. Subhercynien.
APTIEN D'ORBIGNY.	GAULT inférieur.	*é* Marnes de Gargas, ordinairement blanc de neige, avec Belemnites Ewaldi, Amm. nisus d'Orb., Toxoceras Royerianus d'Orb., Avicula aptiensis d'Orb., Terebratula moutoniana d'Orb. *d* Argile à Amm. Martini. *c* Argile schisteuse bleu foncé avec nodules jaunes de calcaires argileux et restes organiques indiscernables. *b* Terre à poterie (Töpferthon), argile bleu foncé sans fossiles, passant à : *a* Speeton clay, argile bleu foncé, grise, plastique avec Belemnites Brunswicencis.		
NÉOCOMIEN.	HILS supérieur.	Salzgitter; puissantes couches de minerai de fer, séparées par des argiles.	Argile à Crioceras Emmerici. Argile sans fossiles. Argile remplie d'Ostrea couloni, variété aquila. Argile sans fossiles.	Grès de la Forêt du Teutoburg avec couches minces de grès ferrugineux; équivalent du lower green sand.
		Couche d'Elligserbrink.		
	HILS moyen.	FORMATION WEALDIENNE.	Argile sans fossiles.	
			Alternances de bancs minces de calcaire et de marne sableuse avec Toxaster complanatus = marnes de Hauterive. Localité type : Tackwelle, près Berklingen.	
	HILS inférieur.		Puissants bancs calcaires avec Toxaster complanatus. Localité type : Windmühlenberg, près Gr. Vahlberg.	
JURA BLANC (Kimméridgien).				

SUISSE. — M. de Loriol (1) a entrepris la description des animaux invertébrés fossiles qui sont contenus dans l'étage néocomien moyen du mont Salève, aux environs de Genève. La première li-

(1) *Description des animaux invertébrés de l'étage néocomien moyen du mont Salève*, par P. de Loriol. 1re livraison. — Genève.

vraison, accompagée de 14 planches, est consacrée aux Céphalopodes, aux Gastéropodes, et aux Acalèphes; la seconde fera connaître les Brachiopodes, les Bryozoaires et les groupes inférieurs. Cet ouvrage sert de complément naturel au mémoire de M. le professeur Alphonse Favre, intitulé « Considérations géologiques sur le mont Salève. »

Alpes, Suisse et Jura. — M. Pictet (1) a commencé la description détaillée des fossiles du terrain crétacé de Sainte-Croix, près Neuchâtel. Il a consacré une note spéciale à l'étude de la succession des Mollusques céphalopodes pendant l'époque crétacée dans la région des Alpes suisses et du Jura. Cette étude peut se résumer dans le tableau suivant :

(1) *Bibliothèque universelle de Genève*, 1861; 320.

8. Faune cénomanienne.	Nautilus elegans, N. Deslongchampsianus, Ammonites varians, Coupei, rhotomagensis, cenomanensis, Mantelli, Largilliertianus, Scaphites æqualis, obliquus, Baculites baculoides, Turrilites costatus, Scheuchzerianus, tuberculatus.
7. Faune du grès vert supérieur.	Ammonites Gaceardi, Blancheti, Studeri, Traconensis, Ancyloceras perarmatus, pseudo-elegans, pseudo-punctatus; Turrilites intermedius, Gresslyi, tæniatus (espèces particulières à Sainte-Croix). Ammonites inflatus, falcatus, curvatus, Majorianus, latidorsatus; Ancyloceras Paussareanus, armatus, alternatus; Turrilites Bergeri (espèces connues dans le gault et le cénomanien). Ammonites varicosus, auritus, Renauxianus (espèces qui ne sont connues que dans les étages les plus inférieurs du grès vert supérieur). Ammonites Bouchardianus, Raulinianus, splendens, Velledæ, Timotheanus Scaphites Meriani (nouv. esp.), Hamites vispulatus, Baculites Gaudini (nouv. esp.), Turrilites elegans, Hugardianus, Escherianus, Puzosianus (espèces seulement connues dans le gault). Ammonites dispar (espèce seulement citée dans le cénomanien).
6. Faune du Gault.	Belemnites minimus; Ammonites Roissyanus, Lyelli, Raulinianus, quercifolius, Parandieri, latidorsatus; Crioceras Astierianus; Ancyloceras Nicoleti; Hamites Raulinianus, Moreanus, Helleri, attenuatus, Baculites sanctæ Crucis (propres au gault moyen). Ammonites mamillatus, interruptus, subalpinus, Beudanti; Ancyloceras Vaucherianus, Blancheti (communes au gault moyen et inférieur). Ammonites Cleon, regularis, tardefurcatus, Milletianus, Crioceras depressus, Helicoceras Thurmanni (spéciales au gault inférieur).
5. Faune Aptienne.	Aptien supérieur.— Belemnites semi-canaliculatus, Nautilus Nukerianus, Ammonites Milletianus. Aptien inférieur. — Ammonites furcatus, Martinii, Gargarensis, Campichii, Nautilus Lallierianus.
4. Faune Urgonienne.	Aucune trace d'Ammonites et à peine de Céphalopodes; quelques fragments indéterminables de Belemnites et des exemplaires de Nautilus pseudo-elegans.
3. Faune du néocomien moyen.	Belemnites bipartitus, pistilliformis, latus, binervius, Nautilus neocomiensis, Ammonites radiatus, Leopoldinus, Castellanensis, subfimbriatus, bidichotomus, Carteroni, Astierianus, Ancyloceras Duvalii.
2. Faune intermédiaire des marnes à Bryozoaires.	Ammonites Celestini (nouvelle espèce). Belemnites Orbignyanus. Ammonites neocomiensis. Belemnites binervius, Ammonites bidichotomus.
1. Faune Valanginienne.	Ammonites Gervilianus, Marcousanus, Desori, Thurmanni, neocomiensis. Nautilus pseudo-elegans.

TERRAINS KAINOZOÏQUES.

Terrain tertiaire.

LANGUEDOC. — M. d'Archiac (1) subdivise comme il suit le dépôt tertiaire du Languedoc ;

Tertiaire supérieur.	Calcaire lacustre supérieur (Montpellier, etc.).	
	Sables jaunes marins (Montpellier), marnes bleues (Beaucaire, bassin de Perpignan).	
Tertiaire moyen.	Mollasse marine.	Calcaire moellon et marnes sableuses jaunes.
		Marnes bleues.
Tertiaire inférieur.	Groupe lacustre moyen.	Calcaires, poudingues et argiles rouges, gypse.
		Marnes, calcaires, poudingues.
	Groupe nummulitique.	Supérieur.
		Moyen.
		Inférieur.
	Groupe d'Alet.	Argiles rouges, poudingues, grès et calcaires lacustres inférieurs.

M. d'Archiac a donné en outre de nouveaux renseignements sur la faune du terrain tertiaire moyen aux environs de Béziers et de Narbonne, et a fourni la liste des fossiles qu'il est parvenu à déterminer, malgré leur mauvais état de conservation. Dans cette liste, un certain nombre de gastéropodes rappellent les formes des fahluns de la Loire, des bassins de la Garonne et de l'Adour, et des couches de la Superga, près Turin; mais un grand nombre d'acéphales de grandes dimensions indiquent peut-être une faune plus récente, celle des collines subapennines ou du terrain tertiaire supérieur. L'espèce la plus caractéristique de ces dépôts, depuis Montpellier jusqu'au sud de Narbonne, est le grand Pecten terebratulæformis (Marcel de Serres), qui se retrouve aussi dans la mollasse marine de Provence.

Éocène.

ARMISSAN. — M. P. Gervais (2) a étudié le calcaire lacustre d'Armissan près de Narbonne. On y trouve des débris de végétaux qui atteignent de grandes dimensions et qui paraissent se rapprocher des Dracœna, végétaux intertropicaux vivant actuellement dans les lieux chauds et humides. Il y a aussi un chelonien de la famille des trionyx, un crocodile, un poisson, ainsi que des lymnées et des planorbes. Le calcaire d'Armissan est rapporté par M. P. Gervais à la même

(1) *Bull. géol.*, XVIII, 1861; 631.

(2) *Mémoires de l'Académie de Montpellier* (*sciences*), tome V, p. 309.— *L'Instit.*, 1861; 386.

formation géologique que les marnes d'Aix et que les gypses d'Apt et de Paris. Il se fonde surtout sur ce que ces dépôts sont postérieurs aux lophiodons et antérieurs aux anthracotheriums, ainsi qu'aux Rhinoceros à grandes incisives; en sorte qu'il les considère comme appartenant à l'éocène proprement dite. Nous verrons cependant plus loin que, d'après la flore, M. O. Heer rapporte au contraire le calcaire d'Armissan au miocène.

Bassin de Paris. — M. Loustau (1) a présenté à la Société géologique une coupe des terrains traversés par la ligne de Chauny à Saint-Gobain, dans laquelle il a suivi un banc d'ostrea bellovacina sur une longueur de 400 mètres. Dans le bassin de Paris, nous avons encore à signaler les études de M. Goubert (2) sur les sables moyens dits de Beauchamp et sur les marnes de Saint-Ouen. Ses coupes extrêmement détaillées ont été prises à Lisy-sur-Ourcq, pour les sables de Beauchamp, et pour les marnes de Saint-Ouen dans des tranchées nouvelles de Paris.

Empreintes d'animaux dans le gypse. — Étudiant avec soin les couches de gypse dans les environs de Paris, M. Desnoyers (3) y a reconnu des empreintes de pas semblables à celles qu'on connaît depuis longtemps dans les grès et qui ont été laissées par divers animaux. Ces empreintes se dessinent en creux et sont plus ou moins nettes; une petite veine de marne les sépare du gypse, qui s'y est moulé et qui les a remplies; cette circonstance du gisement s'explique très-bien; car on comprend que, sans la marne interposée, les deux surfaces du gypse se seraient soudées l'une à l'autre par la cristallisation et auraient détruit toute trace de pas. D'un autre côté les ripple-mark qu'on observe souvent sur le gypse montrent que le fond des lacs dans lesquels il se déposait était à un état de mollesse qui lui permettait de recevoir des empreintes et de les conserver. Parmi les empreintes signalées par M. Desnoyers, les unes sont bisulquées et peuvent se rapporter aux anoploterium; d'autres trilobées rappellent le pied des palæotherium; d'autres paraissent appartenir à des carnassiers. Il en est qui atteignent 20 centimètres de longueur et révèlent l'existence d'oiseaux gigantesques. Enfin on distingue encore des traces plus confuses qui paraissent se rapporter à des reptiles habitant les lieux humides, notamment à des gekos, à des crocodiles, à des tortues, à des batraciens. Cette découverte de M. Desnoyers est par

(1) *Bulletin de la Société géologique*, XVIII, 77.
(2) *Bull. géol.*, 30, 445.
(3) *Bull. de la Soc. géol.* (2e s.), XVI.

elle-même très-intéressante; et de plus elle mettra vraisemblablement sur la voie de recherches semblables dans les gypses plus anciens que le terrain tertiaire.

Lignites. — SAXE ET THURINGE. — M. Oswald Heer (1) a décrit les espèces végétales qui se rencontrent dans le grès quartzeux de Skopau, couche intercalée dans la formation à lignites de la Saxe et de la Thuringe. D'après l'examen de cette flore, il met les grès de Skopau sur l'horizon des gypses de Montmartre. Skopau a deux espèces communes avec le Monte Bolca, quatre avec l'île de Wight, deux avec les grès durs du département de la Sarthe. Cette faune présente 4 espèces éocènes, qui ne se rencontrent pas jusqu'ici dans le miocène, 11 espèces qui y passent, 22 espèces nouvelles.

Miocène.

EURE-ET-LOIR. — M. Laugel (2), en étudiant la formation des argiles avec silex d'Eure-et-Loir a été amené aux conclusions suivantes :

1° L'argile à silex est formée de deux étages;

2° L'étage inférieur est synchronique au calcaire de Beauce;

3° L'étage supérieur contemporain des argiles à meulières, a recouvert également les surfaces ravinées du calcaire de Beauce et de l'argile à silex inférieur;

4° Les poudingues siliceux et les grès dits ladères de la Beauce appartiennent à l'étage supérieur.

M. Hébert, en reconnaissant ce qu'il y avait de fondé dans la séparation en deux étages de la formation de l'argile à silex, a attribué à l'étage inférieur une origine beaucoup plus ancienne et en a fait remonter l'origine à la période éocène.

MIDI DE LA FRANCE. — L'hipparion gracile et l'anthracotherium magnum qui caractérisent le plus sûrement la formation miocène ont été signalés par M. P. Gervais (3) dans de nouveaux gisements du midi de la France. Ainsi l'hipparion gracile se trouve à Montredon près Narbonne et dans la molasse marine d'Aix où il accompagne des mastodontes et des dinotheriums; d'un autre côté, l'anthracotherium magnum se rencontre à Montaulieu dans un dépôt lacustre.

MAYENCE. — M. Sandberger (Fridolin) (4) a publié une description des mollusques fossiles du bassin tertiaire de Mayence.

BALTAVAR. — Le gisement ossifère de Baltavar (comitat de Eisen-

(1) *Beitrage zur näheren Kenntniss der Sachsish-Thuringischen Brankohlen-Flora.*

(2) *Bull. géol*, XVIII, 1861; 153.

(3) *L'Instit.*, 1861; 424.

(4) *Die Conchifere des Mainzer Tertiarbeckens*, 1861.

burg dans la Hongrie), a été découvert par M. de Schwaberau. Il présente des restes de:

Machairodus cultridens.	Sus erymanthicus.
Hyæna hipparionum.	Antilope brevicornis.
Dinotherium.	Helladotherium Duvernoyi.
Rhinoceros.	Hippotherium gracile.

M. Suess (1) reconnaît dans cette faune celle de Pikermi, d'Inzersdorf et du Belvédère, du bassin Viennois, d'Eppelsheim et du miocène supérieur de M. Lartet (Cucuron, Vaucluse).

Le miocène moyen avec Mastodon angustidens, M. tapiroïdes, Anchiterium Aurelianense et Listriodon splendens, est représenté par les charbons de Parschlug, Eiliswald, Wies et Aflenz près Turnau, le miocène inférieur par les charbons de Zemlye près Totis, qui renferment l'Anthracotherium magnum. Dans son mémoire M. Suess a décrit et figuré seulement les carnassiers, Machairodus cultridens, Hyæna hipparionum, provenant de Baltavar, et Amphicyon intermedius trouvé avec des fragments de Rhinoceros, avec Chœrotherium Sansaniense et Palæomeryx Scheuchzeri dans un calcaire d'eau douce de Tuchoritz (Bohême).

Pikermi. — La faune miocène de Pikermi a fourni à M. Albert Gaudry (2) le sujet de travaux très-nombreux. Dans le courant de cette année, il a successivement décrit les restes suivants:

Antilopes.	Palæotragus Rouennii. Gaud. Tragocerus Amaltheus. Gaud. (Chèvre Amalthée de M. Wagner.) Tragocerus Valenciennesi. Gaud. Palæoryx speciosus. Gaud. Palæoryx parvidens. Gaud. Palæoras Lindermayeri. Gaud. (Antilope Lindermayeri. Wagn.) Gazella brevicornis. Gaud. (Antilope brevicornis. Wagn.) Antilope Rothii. Gaud.
Carnassiers..	Metarctos diaphorus. Gaud. (Peut-être identique à Galo diaphorus. Kaup. d'Eppelsheim.) Promephitis Lartetii. Gaud. Thalassictis robusta. Nordmann. Thalassictis Orbignyi. Gaud. Hyænictis græca. Gaud. Hyæna Cheretis. Lart. et Gaud. Hyæna eximia. Wagn. Mustela Pentelici. Gaud. Machairodus leoninus. Wagn. et Roth.

(1) *Sitzungsber. der Akad.* — Vienne, 1861; 217.
(2) *Bull. géol.*, t. XVIII, p. 388, 587.

Camelopardalis attica. Lart. et Gaud. — (Girafe de très-grande taille.)
Helladotherium Duvernoyi, Gaud. — (Ruminant gigantesque intermédiaire entre les girafes et les antilopes.)

Cette faune si intéressante devant devenir le sujet d'une monographie spéciale et étendue, nous aurons encore l'occasion d'y revenir, quand M. Gaudry aura donné la dernière main à son travail. Dès à présent nous nous bornerons à remarquer que les animaux découverts dans le terrain miocène offrent de nombreux et curieux exemples d'associations de caractères ostéologiques empruntés à des genres différents. Ces associations établissent dans la série des espèces animales de nouvelles liaisons; elles rendent ainsi la tâche du zoologiste plus aisée, en lui fournissant des points de rapprochement nouveaux; mais celle du paléontologiste deviendra plus difficile, quand il sera bien démontré que la reconstitution d'une espèce ou d'un genre n'a pas toujours été établie avec sécurité d'après une seule partie du squelette.

M. Bayle (1) a signalé l'analogie entre la faune de Pikermi et celle de Cucuron (département de Vaucluse). Les marnes de cette localité, qui représentent l'assise la plus élevée du terrain tertiaire moyen et dont le dépôt est antérieur à celui des marnes marines subapennines, ont fourni une portion de pied qui appartient sans doute à un Helladotherium, un rhinocéros, des hipparions, des antilopes et un grand carnassier Hyæna hipparionum (Gervais).

Pliocène.

Anvers. — Les travaux de fortifications exécutés dans les environs d'Anvers ont amené la découverte d'un très-grand nombre de fossiles qui semblent y indiquer le terrain pliocène comme Sir Charles Lyell l'avait admis précédemment (2).

M. H. Nyst (3) a d'abord fait connaître la position de la couche à Terebratula perforans Duj. (T. variabilis Sow), immédiatement au-dessus du crag noir ou diestien des environs d'Anvers, et la découverte de quelques débris de cétacés appartenant au même terrain.

Un mammifère nouveau du crag d'Anvers, Squalodon antwerpiensis, a été décrit par M. Van Beneden (4); il provient également du système diestien et se rapproche de l'espèce de Leognan.

---

(1) *Bull. géol.*, vol. XVIII, p. 597.
(2) Sir Charles Lyell. *Manuel de géologie élémentaire*, I, XIV.
(3) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1861, 2e série, XI, 623.
(4) *Ibid.*, XII, 22, 202.

M. H. Nyst (1) a encore donné une notice sur un nouveau gîte de fossiles qui a été découvert à Edeghem, près d'Anvers. Ce gîte repose sur l'argile rupélienne de Boom qui est dénudée et renferme Nautilus Aturi (Bast.) et Leda Deshayesiana (Duch); il a fourni 152 espèces dont 58 sont nouvelles pour le pays. Les gastéropodes y sont très-abondants et représentés par les genres Conus, Ancillaria, Oliva, Terebra, etc. Ce travail se termine par un tableau indiquant les localités où chaque espèce a été rencontrée; il est accompagné de la figure d'un polypier nouveau (Flabellum Waelii, N.). Enfin M. Nyst a décrit ultérieurement (2) la plupart des espèces nouvelles de cette localité et notamment un pecten du crag diestien d'Anvers.

Le gîte d'Edeghem est supérieur au système bolderien, et d'après les géologues belges, il doit être rapporté au système diestien et au pliocène; toutefois M. Nyst observe que ses fossiles, et particulièrement ses gastéropodes, tendent à le rapprocher des fahluns. Comme l'a fait remarquer M. d'Archiac (3), cette partie du terrain tertiaire de la Belgique est donc très-difficile à classer; il semblerait même qu'elle indique une sorte de passage entre le commencement du pliocène et entre les fahluns de la Touraine ou le miocène supérieur.

Flore du terrain tertiaire.—Après avoir étudié un grand nombre de flores particulières, M. O. Heer (4) vient de composer avec M. Th. Gaudin une synthèse de ses travaux dans des recherches d'ensemble sur le climat et la végétation de ce qu'il nomme le pays tertiaire. Dans ce nouvel ouvrage se trouvent résumées et coordonnées toutes les observations relatives à la molasse suisse et à sa flore. La Suisse est le point de départ de M. Heer : de là, il passe successivement dans le Piémont, où il étudie la flore des lignites, dans le val d'Arno, à Sinigaglia, au Monte Bolca, etc. L'Allemagne, la Grèce, la Russie, la France, l'Angleterre, l'Afrique même, ainsi que l'Asie et l'Amérique recèlent des flores tertiaires qui sont mises en comparaison et successivement étudiées. Le tableau synchronique suivant des flores tertiaires résume ces importantes recherches et les rattache directement à la géologie stratigraphique.

---

(1) *Bulletin de l'Académie de Belgique*, 1861, 2e série, XII, 29.
(2) *Ibid.*, XII, 29.
(3) D'Archiac. *Histoire des progrès de la géologie*, II, 492, 447.
(4) O. Heer et Th. Gaudin. *Recherches sur le climat et la végétation du pays tertiaire*, 1861.

			SUISSE.	ITALIE.	ALLEMAGNE, AUTRICHE, HONGRIE, TRANSYLVANIE.	FRANCE, ANGLETERRE.	LOCALITÉS DIVERSES.
Diluvium.			Erratique. Cailloux roulés avec Elephas primigenius. Formation d'Utznach avec Elephas antiquus.	Erratique du Piémont. Diluvium alpin. Massa marittima — Lipari? Formation lacustre supérieure du Piémont.	Tuff de Cannstatt. Wohlscheid Vordereifel.	Drift. Charbons en feuilles de Biarritz. Travertins de Provence.	Saint-Jorge, Madère.
Pliocène.			Soulèvement des Alpes.	Gandino. Asti, Sansino du val d'Arno. Montajone. Castel Nuovo. Chieri.	Argiles basaltiques de Dornheim, Bauernheim, etc., en Hesse. Lignite de Durkheim. Rippersrode de Thuringe.	Crag de Norwich. Red crag. Crag corallien.	Lignites de Java, Bornéo et Sumatra?
Miocène.	Miocène supérieur.	V. Œningen.	Œningen. Molasse d'eau douce supérieure. Irchel, Albis. Schrotzbourg. Locle.	Argiles bleues et argiles brûlées du val d'Arno. Guarrene, Stradella, Tortona Sarzanello, Sinigaglia.	Gleichenberg, Schlossnitz, Mulhouse au Hohenkrœnen. Engelwies. Marnes blanches de Gunzbourg. Sable d'Eppelsheim. Tallya et Erdebönye, Heiligenkreuz près Kremnitz. Swoscowice. Grasset près Elbogen. Parschlug. Bischofsheim Rhœn.	Simorre près d'Auch. Ardtun Head. Isle de Muff?	Lignites de Vancouver et de Frazer River.
	Miocène moyen.	IV. Helvétien.	Molasse helvétique subalpine. Saint-Gall, Berne, Belpberg, Munsingen; la Chaux-de-Fonds. Grès coquillier.	Monte Bamboli? Superga de Turin.	Wieliczka? Szakadat et Thalheim. Partie supérieure du bassin de Vienne et du calcaire de Leitha. Krainachmühle, Hasreith, Derenberg. Calcaire coquillier de Gunzbourg.	Formations marines de l'Asie mineure. Partie supérieure du bassin de Bordeaux. Molasse marine d'Aix, de Montpellier.	Formations marines de l'Asie mineure.
		III. Mayencien.	Formation marine de Bâle-Campagne, du Frickthal et de Randen. Molasse grise de Lausanne, Eriz, Aarwangen et Develier.		Kempten, Gunzbourg, rive droite du Danube. Calcaire à littorinelles de Mayence. Eisgraben. Bohnsdorf, Eibiswald, Arnfels. Radoboj, Prevali. Bilin? Striese, Maltsch, en Silésie?	Sable jaune et bleu de Saucats. Fahluns de Nantes, de Tours, etc. Argiles de Marseille. Flore de Marseille.	

			SUISSE.	ITALIE.	ALLEMAGNE, AUTRICHE, HONGRIE, TRANSYLVANIE.	FRANCE, ANGLETERRE.	DIVERSES LOCALITÉS.
Miocène.	Miocène inférieur (oligocène).	II. Aquitanien.	Lignites inférieurs. Hohe rhonen, Monod, Pandex. Grès de Ralligen. Molasse rouge.	Thorens en Savoie. Zovencedo. Cadibona. Bagnasco. Stella, Santa Cristina.	Calcaire à hélix de Hochheim. Roth près de Fladungen. Fulda, Munzenberg. Salzhausen. Lignites du Rhin inférieur. Westerwald. Samland. Lignites de Peissenberg et Miesbach. Sagor. Reut en Tyrol. Schwarzachtobel. Altsattel.	Ménat en Auvergne. Marne blanche lacustre de Saucas et Martillat. Fahlun de Merignac. Flore de Manosque et de Bonnieux. Armissan. Speebach en Alsace.	Islande. Kyï. Steppe des Kirguises-Kyö.
		I. Tongrien.	Molasse marine de Bâle. Délémont. Porentruy. Diablerets. Dent du Midi?	Novale. Chiavon. Salzado. Ronca, Vegrone. Muzzaline.	Hœring, Sotzka. Prasberg, Weitenstein. Sieblos. Weissenfels, Bornstedt. Lauchstedt. Marnes à cyrènes de Hochheim. Sable d'Alzei.	Grès de Fontainebleau. Saint-Jean de Garguier. Gypses de Gargas. Bassin de Carénage à Marseille. Hampstead.	Koumi et Iliodroma? Mont Promina. Vallée du Cydnus. Nebraska, Bigsions? Smoky Hill en Kansas.
Eocène.	Eocène supérieur.	V. Ligurien.	Egerkinken. Lasarraz. Flysh?	Maciguo Ligurien?	Skopau. Fronstettin. Ambre de Kleinkuhren.	Gypse d'Aix et couches marneuses de Gargas. Gypse de Montmartre. Couches de Bembridge.	
		IV. Bartonien.	Formation nummulitique des Rallingenstöke.			Argile d'Alumbay? Argile de Barton. Sable de Beauchamp. Saint-Zacharie?	
	Eocène moyen.	III. Parisien.	Formation nummulitique des cantons de Schwytz, Glaris, Appenzell.	Monte Bolca.		Calcaire grossier de Paris. Couches de Bagshot et de Bracklesham.	
	Eocène inférieur.	II. Londonien.				Argile de Londres. Sheppey.	
		Soissonien				Soissons, Reading, Woolwich, Th[illegible]	

Le tableau suivant indique approximativement la température moyenne de quelques bassins tertiaires.

A. *Miocène inférieur.*		B. *Miocène supérieur.*	
Bassin de l'Italie supérieure. .	22°C.	Senegaglia.	21°C.
Molasse suisse.	20° 5′ C.	Italie supérieure	20°
Bassin du Rhin inférieur. . . .	18°	Suisse. — Molasse..	18° 5′
Contrée méridionale dans laquelle se trouve l'ambre. . .	16°	Silésie, Schlossnitz.	15°
Islande, par 65° 30′ de latitude Nord	11°		
Id., vers l'isotherme actuelle de 0°.	9°		

M. Heer admet que les continents miocènes avaient une température bien plus élevée que les continents actuels aux mêmes latitudes; après avoir examiné les divers phénomènes qui pourraient rendre compte de cette différence, il penche à en attribuer la part principale à l'influence de la diminution de la chaleur interne du globe.

Étages sidérolitiques. — Les minerais de fer reparaissent, comme l'on sait, à différents niveaux dans toute la série des terrains; on comprend donc que ceux qui se trouvent dans les terrains tertiaires ne doivent pas nécessairement être rapportés à un seul et même étage géologique. C'est ce que M. Jourdan (1) a établi en étudiant les débris de vertébrés qui s'y trouvent. D'après lui, il existe jusqu'à cinq étages sidérolitiques à partir des terrains tertiaires.

1° Le sidérolitique de la formation éocène supérieure ou épiocène, trouvé dans les fentes du portlandien près de Soleure, et du terrain néocomien de Mauremont (canton de Vaud). Ce terrain renferme: Palæotherium medium, curtum, minus, les carnassiers Hyænodon et Cynodon, les Artiodactyles Cænotherium, Dichobune, Hyracotherium, Rhagotherium, le genre Vespertilio, des Theridomys, Sciurus, etc.;

2° Le sidérolitique du miocène proprement dit, étage inférieur: on y rapporte les argiles à minerai de fer de la Grive-Saint-Alban (Isère), près Bourgoin, remplissant les poches de la grande oolite. M. Jourdan y a trouvé une faune très-nombreuse analogue à celle de Sansans et composée de : Dinotherium levius, un quadrumane (Pithecus), 9 genres carnassiers (Ichneugale, Dinocyon, Lutra, Diplotherium, Mustela, Machærodus, Prionodus, Felis), les genres An-

(1) *Compt. rend.*, 1861 ; 1009.

chiterium et Rhinoceros parmi les Pachydermes perissodactyles, 6 genres d'Artiodactyles, 4 ruminants, un Vespertilio, 4 genres d'insectivores, 6 rongeurs, des oiseaux, des tortues, etc.

3° Le sidérolitique du pliocène inférieur se trouve dans le mont d'Or lyonnais, dans des fissures du lias, à Saint-Germain, à Lucenais près Anse, et dans une fente du Kimméridien à Arc près Gray (Haute-Saône); il renferme : Mastodon arvernensis et Bornosi, tapir, Hyæna antiqua, Machærodus recens, Mastodon dissimilis, Rhinoceros megarhinus, Equus antiquus, un grand cerf, un castor et peut-être l'Elephas meridionalis.

4° Le sidérolitique du pliocène supérieur, à Curis, à Poleymieux, à Ville-Vert, et Prety près Tournus (Saône-et-Loire) avec Elephas meridionalis, antiquus, intermedius.

5° Le sidérolitique du terrain quaternaire, à Saint-Didier, au Mont d'Or; il contient Elephas primigenius, des restes de renne, de Cervus tarandus, de Bos primævus.

Terrain diluvien.

M. Sc. Gras (1) s'est occupé de l'étude du terrain de transport (quaternaire ou diluvien) dans les pays où il s'est formé sur une grande échelle, notamment au pied des Alpes et dans la vallée du Rhin. D'après ses recherches, il croit pouvoir distinguer dans ce terrain cinq époques qui sont caractérisées par des phénomènes spéciaux, et voici de quelle manière il les résume lui-même :

« 1° Le sol a été soulevé en masse sur de vastes étendues, en même temps que sa partie la plus superficielle a été brisée de diverses manières. Par l'effet de ces dislocations, les Alpes et les montagnes adjacentes, alors peu élevées, ont acquis leur relief définitif. Après ces convulsions et pendant les temps de calme qui les ont suivies, les vallées, déjà ébauchées par les soulèvements, ont été achevées par l'érosion : elles sont devenues nos vallées, sauf qu'alors elles étaient probablement plus étroites; elles étaient aussi plus profondes à leur embouchure, ce qui les rendait moyennement plus inclinées.

« 2° Ces vallées, après leur creusement, ont été comblées jusqu'à une certaine hauteur par un terrain d'atterrissement que nous nommons diluvium inférieur ou des vallées.

« 3° Plus tard un autre terrain de transport s'est superposé au

(1) *Description géologique du département de Vaucluse*, 220. — *Bulletin de la Société géologique* (2e s.), XIV, XV, XVI.

précédent. L'un et l'autre se distinguent aujourd'hui nettement, parce qu'ils diffèrent beaucoup par leurs caractères minéralogiques. Le second terrain a pu s'étendre transgressivement sur le premier qui avait comblé les vallées, et sur les hauteurs environnantes, qui évidemment à cette époque étaient sous l'eau. Nous l'appelons pour cette raison diluvium des plateaux.

« 4° Le dépôt des deux terrains de transport dont nous venons de parler a été suivi d'une époque d'affouillement, pendant laquelle les vallées précédemment comblées ont été en grande partie déblayées. Cette érosion ayant été interrompue par intervalles, et, par suite, les eaux ayant coulé successivement à divers niveaux, il en est résulté d'anciens lits étagés appelés terrasses. Il n'est pas de rivière un peu considérable qui n'en présente des traces plus ou moins nettes. On observe ordinairement à la surface de ces anciens lits une couche de sable et de cailloux en général peu épaisse, fort différente des alluvions actuelles, semblable au contraire par sa composition minéralogique au diluvium des plateaux, dont elle ne se distingue guère que par le gisement. Nous appelons diluvium des terrasses ce troisième terrain de transport, dont le représentant le plus connu et plus considérable est la formation appelée lehm sur les bords du Rhin.

« 5° Après les érosions successives qui ont donné aux vallées leur forme actuelle, il est survenu un phénomène très-remarquable, savoir la dispersion des blocs alpins, dits erratiques. On sait que ces blocs, distants quelquefois de 12 à 15 myriamètres de leur point de départ, sont répandus par milliers sur les versants des montagnes qui regardent les Alpes et dans les plaines environnantes. Comme on les observe indifféremment sur les trois terrains diluviens indiqués plus haut, et qu'en outre il est prouvé qu'au moment de leur dépôt le sol avait exactement sa configuration actuelle, on doit en conclure que leur dispersion a été le dernier des phénomènes quaternaires; il a clos les temps géologiques, et a établi entre eux et la période moderne une séparation très-nette. »

Adour. — Un mémoire sur le terrain diluvien de la vallée de l'Adour et sur les gîtes ossifères de Bagnères de Bigorre a été publié par M. Leymerie (1).

Néerlande. — M. Staring (2) a, dès 1833, publié une liste des ossements fossiles de l'époque diluvienne en Néerlande : il signalait

(1) *Bulletin de la Société académique des Hautes-Pyrénées*, 1861.

(2) *Aperçu sur les ossements fossiles de l'époque diluvienne trouvés dans la Néerlande et dans les contrées voisines*, par W. C. H. Staring.

alors vingt et une localités où ces ossements s'étaient rencontrés; aujourd'hui ce nombre a été porté à cinquante-deux, en Néerlande même, sans compter quarante autres localités appartenant au même terrain en dehors des frontières de ce pays.

Les couches à ossements de la Néerlande sont ainsi classées par M. Staring : couches modernes, telles qu'atterrissements marins, sables des dunes maritimes, atterrissements fluviatiles, tourbières.

Sable campinien.

Diluvium ardennais, rhénan, mixte, scandinave.

Le diluvium ardennais repose immédiatement sur les couches tertiaires, secondaires ou primaires. C'est un mélange de sable, de gravier, de blocs erratiques et de blocs d'argile. Dans le Limbourg ce gravier est constamment recouvert par le limon hesbayen ou par le lœss des Allemands. On le rencontre le long de la vallée de la Meuse, de Liége à Grave en Brabant.

Le diluvium rhénan, contemporain du précédent, est formé de sable, d'argile et de cailloux originaires des roches rhénanes; il est à découvert dans la vallée du Rhin.

Le diluvium mixte mélangé de sable, gravier, blocs erratiques venus de Suède, de Danemark, des montagnes du Weser et de la forêt de Teutoburg, et en même temps de diluvium rhénan, se rencontre au bord du Rhin et du Lek, et au sud de la Vecht dans la province d'Overyssel.

Le diluvium scandinave, non mélangé, est à découvert dans les provinces septentrionales au bord de la Vecht.

Les ossements trouvés dans ces couches appartiennent à plusieurs espèces : le plus souvent ce ne sont que des restes de l'Elephas primigenius (Blumenbach), Bos priscus (Bojan.), Bos primigenius (Cuv.). Parmi les espèces moins fréquentes, l'auteur cite :

Rhinoceros tichorhinus (Cuv.).

Equus adamaticus (Schloth), la même espèce probablement que l'Equus caballus.

Cervus elaphus primordialis (Schloth), qui ne diffère que peu du cerf actuel.

Le Renne, Cervus tarandus.

Près de Maëstricht on a trouvé également des dents d'Hippopotame, des restes d'Ursus spelæus et d'une espèce de Chien.

Le diluvium ardennais est l'étage le plus ancien du diluvium néerlandais, tandis que le sable campinien est le plus récent; et suivant M. Staring, pendant toute l'époque diluvienne, les contrées qu'il cite ont été habitées par les mêmes espèces d'animaux.

Cavernes à ossements.

Il y a trois ans que M. Delbos (1) a signalé aux géologues les cavernes ossifères de Sentheim et de Lauw (Haut-Rhin). Les ossements d'ours constituent la plus grande partie des dépouilles qu'on en a retirées; les autres se rapportent à un renard plus svelte que le renard actuel, à un loup qui ne diffère pas du loup moderne, à un lièvre ou lapin, à une loutre fort semblable à celle de nos rivières, à une très-petite espèce de félis.

En étudiant l'ostéologie générale des ours, à propos de ses découvertes dans la caverne de Sentheim, M Delbos est arrivé à ne reconnaître que deux espèces d'ours dans la faune actuellement connue des cavernes, l'Ursus priscus et l'Ursus spelæus. Il ne considère l'U. arctoideus que comme une variété de ce dernier et nie l'authenticité des espèces Pitorrii (Marcel de Serres), giganteus, spelæus minor, leodiensis (Schmerling).

Jusqu'ici l'Ursus spelæus seul a été rencontré à Sentheim, où il est représenté par un grand nombre d'individus.

Faune diluvienne. — M. Eudes Deslongchamps (2), a décrit de nombreux ossements de mammifères fossiles de la période diluvienne, trouvés aux environs de Caen et appartenant aux espèces suivantes : Felis spelæa (Goldfus), Hyæna fossilis Cuv. (spelæa Goldf.), Elephas primigenius (Blum). Rhinoceros tichorhinus (Cuv.), Rhinoceros lepthorinus (Cuv.), Equus fossilis (Cuv.), Cervus tarandus, Cervus megaceros hibernicus (Owen), Bos primigenius, Bojanus, Bos longifrons (Owen).

Macrauchenia boliviensis. — M. David Forbes a rapporté des mines de Corocoro en Bolivie des restes d'un animal que M. Huxley (3) a rapportée au genre Macrauchenia : l'espèce nouvelle est plus petite de moitié que Macrauchenia patachonica, découverte par M. C. Darwin et décrite par M. Owen; M. Huxley la nomme Macrauchenia boliviensis. Ce naturaliste fait remarquer que par la forme des vertèbres cervicales, cet animal se rapproche entièrement des Camélidés : le centre est allongé, les extrémités articulaires aplaties; il y a un canal vertébral interne, et des apophyses transverses imperforées. Le Macrauchenia unit ces caractères des Camé-

(1) *Bull. géol.*, XVII, 55.
(2) *Société linnéenne de Normandie*, 12e volume.
(3) *Quarterly Journal*, XVII, 73.

lidés artiodactyles avec ceux des Périssodactyles; le pied de devant a trois doigts, le fémur a un triple trochanter et l'astragale ne porte point de facette pour le cuboïde. Cet exemple est cité pour montrer qu'il faut mettre quelques réserves à la doctrine en vertu de laquelle un seul os ou une seule dent permettrait la restauration d'un animal entier. Le Macrauchenia boliviensis est d'ailleurs une espèce très-récente.

Coexistence de l'homme et des animaux antédiluviens. — M. Prestwich (1) est un des géologues qui ont accepté avec le plus d'empressement les idées de M. Boucher de Perthes sur la coexistence de l'homme avec certains animaux dits antédiluviens; ces idées, on le sait, sont fondées sur la découverte des silex taillés d'Abbeville et d'Amiens. Du reste, il a visité lui-même les localités où ces silex ont été signalés et il en a fait la plus minutieuse description dans un mémoire spécial.

Les conclusions auxquelles il s'est trouvé conduit sont les suivantes :

1° Les objets en silex portent la trace du travail de l'homme.

2° Ils se rencontrent dans des lits de gravier, de sable et d'argile qui n'ont jamais été artificiellement dérangés.

3° Ils sont associés à des restes de mollusques testacés terrestres, fluviatiles et marins, appartenant à des espèces encore vivantes et presque toutes communes dans les environs; ils sont également accompagnés par des restes de Mammifères dont quelques espèces vivent encore, mais dont la plupart sont éteintes.

4° La période à laquelle les objets en silex ont été ensevelis est postérieure à la période du Boulder-Clay; elle a immédiatement précédé l'époque actuelle.

Cette dernière conclusion, en ce qui concerne le Boulder-Clay, est fondée sur des recherches faites par M. Prestwich à Hoxne en Suffolk, où M. John Frère avait dès 1801 fait la découverte alors peu remarquée de silex taillés.

Plus tard, M. Prestwich (2) a encore attiré l'attention sur quelques nouvelles découvertes de silex taillés. La première est due à M. Warren, un antiquaire d'Ixworth dans le Suffolk. M. Prestwich alla examiner les localités dans la vallée de la Lark, au-dessous de Bury Saint-Edmonds. Il ne découvrit ni silex taillés, ni co-

(1) *Ph. Trans. of the Roy. Soc. of London*, CL, 1861; 277.
(2) *Quarterly Journal*, vol. XVII, 362.

quilles dans le gravier diluvien, formé de débris de silex et de sable. Mais des silex trouvés accidentellement par M. Warren, et provenant, l'un d'une carrière de gravier, l'autre recueilli parmi les matériaux d'empierrement d'un chemin, ressemblent tout à fait, suivant M. Prestwich, à ceux de la Somme.

Dans le Kent, M. Leech, a rencontré six silex taillés au pied de la falaise entre Herne Bay et les Reculvers; MM. Evans et Prestwich ont fait eux-mêmes sur ce point des recherches fructueuses, et ils ont trouvé trois silex portant les traces d'un travail humain. D'un autre côté, M. Evans a découvert un silex ovalaire à Swalecliff près de Whitstable, dans un dépôt d'eau douce, contenant quelques ossements de mammifères.

Dans le Bedfordshire, M. James Wyatt n'a pas été moins heureux auprès de Bedford. Après des recherches prolongées, il a constaté la présence de deux silex taillés, dans des graviers contenant un grand nombre d'ossements d'éléphant, de rhinocéros, d'hippopotame, de bœuf, de cheval, de cerf; M. Prestwich a depuis visité la carrière avec sir Ch. Lyell et M. Evans; elle est à 10 mètres au-dessus du niveau de la rivière voisine l'Ouse. Dans cette localité, comme à Hoxne, on peut vérifier que les graviers à ossements sont plus récents que le boulder-clay qui forme les collines placées au nord de Bedford.

M. Prestwich cite encore une arme primitive trouvée dans le Surrey, et une autre recueillie dans le Hertfordshire.

Il n'y a pas lieu assurément de décourager le zèle qui s'attache à la découverte des plus anciens débris de l'industrie humaine; toutefois les échantillons recueillis dans des débris tout à fait superficiels ont une importance plutôt archéologique que géologique; pour établir la contemporanéité de l'homme avec les mammifères du terrain quaternaire, il faut que les restes de son art primitif soient bien authentiquement trouvés *in situ*, dans les graviers diluviens mêlés aux ossements de ces animaux; la multiplicité des silex taillés trouvés en dehors de semblables gisements serait bien plus propre à infirmer qu'à confirmer les inductions fondées sur la première découverte de ces instruments, et de l'aveu de la plupart des géologues, une démonstration plus évidente est encore nécessaire.

— La question de l'homme fossile a aussi été étudiée par M. Ed. Collomb (1). Comparant d'abord entre eux les terrains diluviens des

(1) *Des phases de la période diluvienne et de l'apparition de l'homme sur la terre.*

vallées de la Somme, de la Seine, de l'Yonne, M. Collomb en donne des coupes, puis il cherche à établir le synchronisme de leurs divers étages avec ceux des terrains diluviens des vallées du Rhin et des Vosges, qui doivent être en partie attribués à des phénomènes glaciaires. M. Collomb conclut d'ailleurs de ses recherches que l'homme, bien qu'on n'ait pas trouvé de squelettes humains sous des dépôts glaciaires, serait antérieur à l'ancienne extension des glaciers dans les Alpes. Cette opinion a au contraire été combattue par M. Desor (1). Ce géologue est d'avis que le phénomène glaciaire du Nord n'est pas d'une autre époque que celui des Alpes, et que l'homme, ainsi que bon nombre d'animaux et de plantes, n'a fait son apparition qu'après la fonte des grandes glaces.

M. de Vibraye (2) a présenté un historique des faits déjà anciens et assez nombreux, qui confirment les idées de M. Boucher de Perthes et qui lui semblent indiquer l'existence de l'homme fossile; il annonce avoir entrepris des fouilles qui l'ont conduit aux mêmes résultats, et il se propose de les publier ultérieurement d'une manière complète.

Enfin M. Lartet (3), le savant paléontologiste, a fait une étude toute spéciale des espèces de grands mammifères aujourd'hui éteintes et des squelettes humains ou des débris d'industrie qui s'y trouvent associés. Dans ces derniers temps, ses recherches ont été poursuivies dans diverses grottes à ossements, et particulièrement à Aurignac (Haute-Garonne), dans une sépulture humaine qui paraîtrait remonter à une très-haute antiquité, si ce n'est même aux premières phases de la période quaternaire ou diluvienne.

D'après l'étude qu'il a faite de cette période, M. Lartet pense, comme M. Pictet, qu'elle est le commencement de l'époque actuelle et que presque toutes les espèces de mammifères qui la caractérisent ont apparu ensemble (4). Si certaines espèces ont apparu en Europe un peu après les autres, il faut l'attribuer à des migrations; ainsi le Mammouth a vécu en Sibérie avant d'émi-

---

(1) *Bulletin de la Société des sciences naturelles de Neufchâtel*, V.

(2) Quelques observations sur un article de la *Sentinelle du Jura*; extrait du *Monde* du 27 novembre 1861. — M. Melleville a également indiqué l'existence de l'homme avant le terrain diluvien dans une publication intitulée: *Du diluvium*, recherches sur les dépôts auxquels on doit donner ce nom et sur la cause qui les a reproduits; Paris, 1842.—Voir aussi : Delanoue; lettre à Son Excellence M. Rouland, Ministre de l'instruction publique.

(3) *Nouvelles recherches sur la coexistence de l'homme et des grands mammifères fossiles réputés caractéristiques de la dernière période géologique.— Annales des sciences naturelles*, 1861, n° 4. (D.)

(4) *Bibliothèque universelle. Archives*, 1860; VIII, 265.

grer en Europe. La disparition d'une partie des mammifères de la période quaternaire a pu varier avec les localités dans lesquelles ils vivaient. Toutefois elle fournit des points de repère assez précis, d'après lesquels M. Lartet propose de subdiviser cette période en quatre époques.

La plus ancienne est celle où ont été formés les dépôts des cavernes les plus inférieurs. On y trouve des ossements de grands carnassiers, et en particulier ceux de l'ours des cavernes (Ursus spelæus), de l'hyène et du tigre (Hyæna spelæa, Felis spelæa, etc.).

Une seconde époque est celle pendant laquelle se sont déposées les plus grandes étendues de graviers stratifiés. Elle est caractérisée par l'apparition du Mammouth ou Elephas primigenius. M. Lartet la fait durer jusqu'à l'extinction de cette espèce, dont les ossements en seraient ainsi parfaitement caractéristiques. Le Rhinoceros tichorchinus accompagne généralement l'éléphant et disparaît avec lui. Il en est de même de l'hippopotame fossile et du grand cerf d'Irlande (Megaceros hibernicus), au moins pour le centre de l'Europe.

La disparition de ces grandes espèces est certainement le fait paléontologique le plus grave que l'on puisse citer dans l'histoire de la période quaternaire, et il est bien probable qu'il peut servir utilement de jalon.

Des deux autres époques, celle que M. Lartet désigne comme la troisième est caractérisée en ce qu'elle renferme les dernières traces du renne, et la quatrième en ce qu'on y trouve, pour la dernière fois, l'aurochs (Bison europæus) et l'urus (Bos primigenius). Ces trois espèces nous paraissent avoir eu une histoire assez semblable. Citées toutes les trois par Jules-César, deux d'entre elles vivent encore : l'aurochs en Lithuanie et le renne en Laponie.

A laquelle de ces deux phases peut-on rapporter l'apparition de l'homme en Europe? M. Lartet n'hésite pas à reconnaître dans toutes des traces de son existence, et à faire remonter, par conséquent, cette apparition à l'origine même de la période quaternaire (1).

Toutefois, les conclusions de MM. Pictet et Lartet ont été en partie combattues par M. Desor (2). Suivant lui, toute la faune et la flore actuelle n'auraient pas existé dès l'origine de la période diluvienne. Il y a eu certainement des extinctions, et elles sont

(1) *Bibliothèque universelle*, 1861; XII, 203. — Extrait du mémoire de M. Lartet, par M. Pictet. (D.)

(2) *Des modifications que les faunes terrestres et lacustres ont subies pendant la période quaternaire.* (Réponse à M. Pictet.) 1861.

attestées par les débris de Mammouth, d'Ursus spelæus, de Rhinoceros tichorinus; mais, d'après M. Desor, la faune actuelle aurait été complétée à plusieurs reprises par l'intervention du Créateur, et la vie se serait manifestée sous des formes nouvelles, toutes les fois que des conditions nouvelles d'existence auraient surgi.

Nous ajouterons d'ailleurs, en terminant, que les conclusions déduites de la découverte de M. Boucher de Perthes ont été complétement contestées, notamment par MM. E. Robert (1), de Beningsen-Forder, et surtout par un géologue illustre, M. Élie de Beaumont (2), qui ne regarde pas comme démontré, quant à présent, que les silex taillés de la vallée de la Somme ou de la Seine aient été extraits du terrain diluvien *non remanié*.

Habitations lacustres. — Les habitations lacustres des lacs de Suisse et d'Italie ont vivement attiré l'attention depuis plusieurs années; c'est, il y a huit ans environ, dans le lac de Zurich qu'on en a trouvé les premières traces; d'anciens pilotis furent découverts et la quantité d'ustensiles de pierre et de bronze disséminés à l'entour firent supposer que des peuplades très-anciennes avaient construit des habitations sur les lacs, comme le font encore certains naturels de l'océan Pacifique et comme Hérodote le raconte des habitants de la Thrace.

De même que dans le Danemark, on a rapporté les plus anciens produits de l'industrie humaine à trois périodes distinctes, l'âge de pierre ou âge primitif, l'âge de bronze et l'âge de fer. On a pu, en Suisse, distinguer les stations où l'on ne retrouve que des objets en pierre, en corne, en os ou en bois (Münchenbuchsée, Meilen sur le lac de Zurich, Concise); celle où les objets sont en bronze (Cortaillod, Auvernier, Bevaix, Corcelettes, Chevroux, Estavayer, Port-Alban). Enfin les ustensiles de fer n'ont été trouvés encore que dans une seule localité.

De pareilles découvertes seraient plutôt du domaine de l'archéologie que de la géologie, si l'on n'observait de nombreux ossements d'animaux partout où d'anciens pilotis marquent la place du séjour de l'homme.

M. le professeur Rütimeyer (3) de Bâle, n'indique pas moins

(1) E. Robert. *Comptes rendus*, 1861; LIII, 63, 455, 812.

(2) *Comptes rendus*, 1861; LII, 1133. — Lettre de M. Boucher de Perthes à M. E. de Beaumont.

(3) *Die Fauna der Pfahlbauten in der Schweiz.* — Bâle, 1861.

de vingt-huit espèces de mammifères qu'il a déterminés. Ce sont : l'ours, le blaireau, la fouine, la marte, le putois, l'hermine, la loutre, le loup, le renard, le chien, le chat, le hérisson, le castor, l'écureuil, le sanglier, le porc, plus une espèce particulière de sanglier, le cheval, l'élan, le cerf, le chevreuil, le daim, la chèvre, le bouquetin, le mouton, le bœuf, le bison et l'aurochs; de plus, la grenouille, la tortue et sept espèces d'oiseaux, savoir : l'épervier, le milan, la buse, le ramier, le héron, et deux espèces de canards.

Tous ces animaux habitent encore l'Europe, là où la chasse ne les a pas détruits. Il n'y a d'étranger à la faune actuelle qu'une espèce de sanglier, aujourd'hui éteinte.

On a cru remarquer que les ossements sont plus abondants dans les stations de l'âge de pierre, à Moosseedorf, près Hofwyl, Nauwyl (dans le canton de Lucerne), Robenhausen, sur le lac de Pfœfikon, Wangen sur le lac de Constance, Meilen sur lac de Zurick, Concise sur le lac de Neufchâtel.

Pendant l'âge de pierre, les habitants des lacs se nourrissaient de gibier plutôt que d'animaux domestiques. Le renard remplissait aussi dans ce premier âge une place très-importante dans l'alimentation; dans les établissements les plus anciens, on retrouve déjà des animaux domestiques : bœuf, mouton, chèvre et chien; à Wangen, on a observé avec ces animaux, jusqu'à trois sortes de céréales.

Les habitations lacustres de Suisse ne sont pas aussi anciennes que les stations primitives signalées par MM. Forchammer, Steenstrop et Worsaœ dans le Danemark : car on ne rencontre dans ces dernières d'autre animal domestique que le chien; aucune céréale n'y a même été découverte. Enfin, avec les ossements de l'élan, du bos primigenius, de l'aurochs, du castor, etc., on y a retrouvé ceux du renne qui n'avait pas encore émigré vers des latitudes plus septentrionales.

QUATRIÈME PARTIE.

Nous rappellerons que la quatrième partie de cette revue est consacrée à l'analyse des travaux qui ne rentrent pas immédiatement dans le cadre systématique des parties précédentes, soit qu'ils embrassent pour une même région la description d'un grand nombre de terrains sédimentaires, soit que l'étude de ces derniers soit intimement liée à celle des roches métamorphiques ou éruptives. Ce chapitre est aussi spécialement consacré à la cartographie géologique; sous ce rapport, nous avons tenté de le mettre autant que possible au niveau des travaux entrepris aujourd'hui dans tant de pays différents, en nous abstenant cependant d'analyser les travaux partiels et inachevés, qui ont été réservés pour des synthèses ultérieures (1).

EUROPE.

Royaume-Uni.

IRLANDE. — La carte géologique d'Irlande est en voie d'exécution, sous la direction générale de Sir Rod. Murchison. Le directeur local est M. J. Beete Jukes, qui est lui-même assisté par plusieurs géologues, MM. Du Noyer, Baily, Kinahan, Foot, J. O'Kelly, Wynne, Kelly (2). Les résultats de leur travail sont publiés sur les feuilles de l'*Ordnance Survey*, et des livraisons de texte accompagnent les différentes cartes, au fur et à mesure de leur publication. La livraison parue, en 1861, est relative aux comtés de Kilkenny, de Carlow et de Wexford. Dans ce district, on trouve:

1° Le terrain carbonifère, ainsi formé :

Couches de houille;
Calcaire supérieur;
Calp ou calcaire moyen;
Calcaire inférieur;
Calcaire argileux inférieur;

2° Le vieux grès rouge;

3° Le terrain silurien représenté par les lits de Bala, quelquefois métamorphosés en micaschistes et en gneiss.

---

(1) Pour cette quatrième partie, les extraits faits par M. Delesse sont indiqués dans les notes par la lettre (D), ceux de M. Laugel par la lettre (L.).

(2) *Explanations to accompany sheets* 147 *and* 157 *of the maps of the geological Survey of Ireland* (*Kilkenny, Carlow, Wexford*) 1861. (L.)

Les roches éruptives du district sont des diorites, des porphyres (elvan) ainsi que des granites.

La composition minéralogique et chimique des roches de l'Irlande a d'ailleurs été, de la part de M. Samuel Haughton, l'objet de recherches importantes que nous analyserons ultérieurement.

Écosse. — Sir Roderick Murchison (1) et M. Archibald Geikie ont publié une nouvelle carte géologique d'Écosse, accompagnée de notes explicatives.

La division qu'ils ont adoptée pour les terrains est la suivante :

Oolite.	Calcaires fossilifères, argiles et grès. Moray Firth, Skye, etc.
Trias?	Grès jaunes d'Elgin avec restes de Stagonolepis et Telerpeton.
Permien..	Grès rouges du Dumfriesshire.
Carbonifère. . . .	1. Houille. 2. Calcaire carbonifère. 3. Carbonifère inférieur et grès calcarifère.
Vieux grès rouge (dévonien). . .	1. Grès supérieurs jaunes et rouges : (Dura Den, collines de Lammermuir). 2. Dalles moyennes ou de Caithness. 3. Dalles inférieures ou de Forfarshire.
Silurien.	Supérieur, — 1. Des collines de Pentland et Lesenahagou. inférieur. . . 2. Grauwacke, ardoises et calcaires du sud de l'Ecosse, métamorphosés dans les Highlands en : 3. Schiste argileux chlorité et micacé, et gneiss reposant sur : 4. Dalles quartzeuses, quartzites et calcaires subordonnés.
Cambrien et au-dessous laurentien.	

Les roches proprement dites indiquées sur la carte sont, le granite et le gneiss, le greenstone, le basalte, l'eurite (feldstone), etc., qui sont éruptives, et le greenstone qui se montre en couches.

Des coupes représentent 1° la section des roches cristallines des Highlands septentrionaux ; 2° la succession des terrains entre Dunvegar-Head, Skye, à travers l'Ecosse, aux collines de Cheviot; 3° les couches qui séparent Ben-Lomond des mêmes collines ; 4° la section détaillée de Arthur's-Seat à Édimbourg.

La nouvelle carte géologique, et nous avons déjà donné à cet égard quelques explications dans la partie consacrée au terrain silurien (2), intervertit complétement l'ordre de succession qui était

(1) *First Sketch of a New Geological map of Scotland*, by Sir Murchison and Archibald Geikie. — Edimbourg, 1861. (L.)

(2) *Revue de géologie pour l'année* 1861 ; II, p. 186.

admis jusqu'à présent pour les couches les plus anciennes de l'Écosse. Comme on pouvait s'y attendre, la classification adoptée par Sir Roderick Murchison a été contestée, et nous résumerons ici brièvement un travail de M. M. Nicol (1) qui l'a soumis à un examen critique.

Ce géologue observe d'abord que, même en admettant que le micaschiste ou le gneiss de Sutherland recouvre bien réellement le quartzite et qu'il s'est déposé postérieurement, on ne serait pas en droit d'admettre, comme on l'a supposé, une révolution complète dans la géologie de l'Écosse. On aurait encore à démontrer que le micaschiste de Loch-Erriboll et de Loch-Hope est réellement inférieur à la grande masse de gneiss granitique qui occupe le centre du Sutherland. Il faudrait d'ailleurs pouvoir dresser des coupes continues à travers les interminables marais du Moin et être bien sûr que la Kyle of Tongue et les dômes syénitiques de Ben Lægoghal et de Ben-Stomino n'interrompent pas les séries géologiques et ne relèvent pas le gneiss inférieur qui est le plus ancien.

Mais jusqu'à présent ces coupes continues n'ont pas été faites, ni dans ces dernières localités, ni à travers les déserts d'Assynt et de Stratt-Oykill, encore moins dans les montagnes de Dirry-Moor et de Founich-Forest; il est donc possible que le gneiss inférieur et le plus ancien ait été ramené par-dessus les couches qui le recouvraient.

D'après M. Nicol, il n'y a aucune nécessité de rattacher aux micaschistes de Ben-Hope la grande masse des schistes cristallins qui s'étendent de la côte nord de Sutherland au sud du comté d'Inverness. Ils se laissent aussi bien rattacher aux gneiss de Scourie, Loch-Inver et Guirloch, car les différences dans les caractères minéralogiques de ces derniers peuvent très-bien tenir à ce qu'ils ont été complétement altérés.

Lorsqu'on étudie avec soin les coupes qui ont été dressées, on trouve, dit M. Nicol, qu'elles sont bien claires et analogues à celles des autres pays de montagnes. Chaque fait et chaque coupe, cités comme preuve d'une origine récente des schistes cristallins de l'Est de l'Écosse, paraissent au contraire conduire, après un plus mûr examen, à une conclusion entièrement inverse.

A Durine, le micaschiste de Bishop's-Castle, regardé comme supérieur au calcaire, ne montre pas un seul lit calcaire sur une épaisseur de 300 à 700 mètres; ce même micaschiste a au con-

(1) *The Quarterly Journal of the Geological Society*, February 1861; 8. — *On the structure*, etc. — Sur la structure des Highlands et sur les relations du gneiss, du grès rouge et du quartzite de Sutherland et de Ross-Shire. (D.)

traire été ramené de dessous le calcaire par une action éruptive. A Whiten-Head et à Loch-Erriboll, les quartzites et les calcaires, qui ont été considérés comme plongeant sous le gneiss, en sont séparés par des roches éruptives. Dans certains endroits ils sont dans une position tout à fait discordante; de plus, ils sont si bouleversés et si dénudés que le calcaire supérieur est entièrement coupé avant d'atteindre la couche qui est supposée le recouvrir. Il en est de même à Loch-More et à Loch-Glen-Coul, où des lambeaux de quartzites viennent butter contre le gneiss ancien, mais ne plongent cependant pas sous lui; quelquefois encore ils en sont séparés par des roches éruptives. A Assynt, le quartzite supérieur ne paraît pas exister; c'est un simple renversement du quartzite ancien que l'on voit superposé au gneiss sur plusieurs milles le long de sa limite N.-E., et qui au S. E. en est séparé par une ligne de faille et par d'énormes masses de granite ou de porphyre. Plus au sud, dans les comtés de Cromarty et de Ross, on observe encore les mêmes phénomènes. Partout les couches supérieures, le calcaire, le quartzite et le grès rouge recouvrent le gneiss ou viennent butter contre lui, mais, en réalité, nulle part ils ne plongent sous le gneiss ancien de l'Est.

Enfin, à Skye, le grès rouge, qui s'incline au N.-O., repose sur le gneiss qui s'incline au contraire vers le S.-E.; par conséquent il est dans une position tout à fait discordante.

D'après ces faits, M. Nicol n'hésite pas à déclarer qu'il serait préférable de conserver la classification qui était adoptée jusqu'à présent pour les couches anciennes de l'Écosse.

D'un autre côté, Sir Roderick Murchison (1) pense que, malgré quelques coupes obscures, l'ordre de superposition est bien celui qu'il a indiqué. Sur de grandes étendues notamment, il est facile d'observer le quartzite superposé au calcaire. En outre ces roches passent, vers leur partie supérieure, à des schistes micacés et chlorités, quelquefois même à des gneiss. Nous devons ajouter que cette manière de voir est partagée par M. le professeur M. Ramsay, ainsi que par MM. Harkness, Geikie, et en général par les géologues du Geological Survey.

Angleterre. — Les recherches de MM. Godwin-Austen, Prestwich et H. Clifton Sorby, ont appelé l'attention sur les terrains qui dans le S.-E. de l'Angleterre sont recouverts par les couches crétacées et jurassiques. Partant de ces recherches, M. E.

(1) *L'Instit.*, 7 décembre 1859; 395. — *British Association*, 1859. (D.)

Hull (1) s'est proposé de les étudier de nouveau. Nous citerons ici les conclusions générales auxquelles il est arrivé, car elles signalent des faits intéressants relativement au prolongement et à la profondeur du terrain houiller dans cette partie de l'Angleterre.

Pendant le dépôt des terrains paléozoïques supérieurs et mésozoïques inférieurs, il existait une grande étendue de terre au N.-O. des îles Britanniques; c'est elle qui a fourni les matériaux dont se composent ces terrains et il est probable qu'elle embrassait les îles ainsi que la côte occidentale de l'Écosse.

Les terrains permiens inférieurs ont été déposés dans un canal dont nous pouvons approximativement fixer les limites à l'Ouest et au Nord-Est; ils atteignent leur maximum de développement le long d'un pays s'étendant de l'O. à l'E. depuis les frontières méridionales du Shropshire, traversant le Staffordshire et arrivant au Warwickshire.

A la fin de la période permienne, des perturbations vinrent modifier considérablement la distribution des terres et des mers, en augmentant beaucoup ces dernières. Une large tranchée s'ouvrit entre le pays de Galles septentrional et le Westmoreland; par cette tranchée, un courant venant de l'Océan transporta les sédiments qui servirent à former les terrains secondaires inférieurs et qui recouvrirent alors les plaines de l'Angleterre en remplissant les anciennes vallées du terrain paléozoïque.

Toutes les formations secondaires inférieures décroissent en épaisseur et finissent même par disparaître lorsqu'on s'avance vers le S.-E. de l'Angleterre; cette diminution est en raison directe de la distance du lieu de provenance des sédiments que fournissait le pays situé dans l'Atlantique septentrionale.

Comme M. Godwin-Austen (2) l'avait d'abord pensé, il existe probablement un bassin houiller partant des frontières méridionales des terrains houillers du Staffordshire et du Warwickshire, et se prolongeant jusqu'à la vallée de la Tamise; mais il est à craindre que toute cette formation ne s'altère et qu'elle ne soit plus aussi riche en charbon.

Le terrain houiller sous l'Oxfordshire et le Northamptonshire ne peut, à cause de l'amincissement des terrains secondaires inférieurs (oolithe inférieure, lias et trias), être considéré comme étant à une profondeur tellement grande, qu'on doive le considérer comme

(1) *Revue universelle des mines, des sciences et des arts appliqués à l'industrie*, 1861; X, 20. (D.)
(2) *Quarterly Journal Geological Society*, XI, 535.

absolument inexploitable; toutefois l'épaisseur du terrain permien inférieur et l'existence ainsi que l'épaisseur des couches de houille nous sont encore complétement inconnues.

Espagne.

Plusieurs mémoires intéressants ont été publiés sur la géologie de l'Espagne, notamment pour les provinces d'Oviédo, de Madrid et de Barcelone; nous en donnerons ici un court résumé que nous avons fait avec le concours de M. Ed. Collomb.

Oviédo. — Don Ramon Pellico (1) s'est occupé de l'examen des dépôts houillers du district minier d'Oviédo, dans les vallées de Langreo et de Mieres, dans celles de Riosa, Quiros, Avilès et Santo Firme. Constatant la bonne qualité de la houille dans ces différents bassins, il observe que ces mines sont loin d'être aussi développées qu'on serait en droit de l'espérer d'après la puissance des couches.

Indépendamment de la houille, il existe encore dans les Asturies, des gîtes de calamine et de blende desquels nous avons déjà parlé, ainsi que des minerais de fer très-abondants; il y a en outre quelques mines de mercure ou de plomb et des gîtes de cuivre qui sont très-nombreux.

Madrid. — M. Casiano de Prado (2) vient de commencer une description physique et géologique de la province de Madrid. Dans la première partie, seule publiée jusqu'à présent, il s'occupe de l'orographie de cette province et donne un grand nombre de cotes d'altitudes; le point culminant de la Sierra de Guadarrama est la Peña Lara qui, placée à cinquante-cinq kilomètres au N. de Madrid, s'élève à 2417 mètres. M. Casiano de Prado passe en revue tout ce qui concerne les eaux, notamment les lacs et les marais; il étudie les sources et les fontaines, les eaux artésiennes dont il discute les chances de réussite dans le diluvium et dans le terrain tertiaire : il s'occupe ensuite des eaux minérales, de la météorologie et de l'agriculture.

---

(1) *Memoria acerca del distrito minero de Oviedo, presentada al Ex. Sr. Ministro de Fomento por el Inspector de distrito del cuerpo de Ingenieros de Minas, D. Ramon Pellico. Revista minera*, t. XII, n° 260, p. 129, mars 1861, *et Bol. del Ministerio de Fomento*. (D.).

(2) *Descripcion física y geologica*, etc., première partie. — Madrid, imprimerie nationale, 1862, 40 p. in-4. (D.).

L'année prochaine, M. Casiano de Prado se propose de donner la deuxième partie de ce travail qui comprendra la description géologique de la province de Madrid; en attendant il a déjà fait paraître deux cartes géologiques de cette province, dont l'une au $\frac{1}{400,000}$ date de 1853, l'autre à l'échelle de $\frac{1}{200,000}$ a été publiée par les soins de la Commission de statistique générale en 1861.

Les terrains figurés sur cette carte se groupent sous trois grandes divisions qui sont orientées approximativement N.-E.—S.-O; la première comprenant le granite, le gneiss et le micaschiste, forme la masse de la Sierra de Guadarrama; puis vient la grande formation du terrain tertiaire, miocène d'eau douce, qui couvre tout le sud-est de la province et s'étend aussi sur une grande partie des deux Castilles. Entre les deux, le terrain quaternaire ou diluvien présente une bande de 50 kilomètres de largeur environ qui forme la plaine au pied de la Sierra. Ce diluvium est composé des débris de cette chaîne et M. Casiano de Prado y a trouvé des restes de mammifères fossiles, entre autres l'Equus fossilis.

Indépendamment de ces trois grands dépôts, il existe encore des lambeaux d'autres terrains; ainsi vers le nord, au contact du micaschiste, M. Casiano de Prado a constaté l'existence du terrain silurien qu'il rapporte à l'étage D de M. J. Barrande.

Ensuite le terrain crétacé forme des bandes minces ayant au plus un kilomètre de largeur; la craie s'observe notamment à la base de la Sierra, près du contact des schistes siluriens et du diluvium; de plus elle pénètre très-avant dans l'intérieur des vallées granitiques et gneissiques dans lesquelles elle présente des îlots qui sont entièrement entourés de roches cristallines; un de ces îlots entre autres est très-remarquable, car il est situé au fond de la vallée du Rio Lozoya, à plus de 1000 mètres d'altitude et à 20 kilomètres de distance des dépôts de sédiments. M. Casiano de Prado rapporte d'ailleurs ces calcaires crétacés aux étages turonien et cénomanien de d'Orbigny.

On doit encore à M. Casiano de Prado plusieurs mémoires géologiques qui sont relatifs à d'autres parties de l'Espagne; et dans ces dernières années il a largement contribué aux progrès de la géologie dans son pays.

BARCELONE. — Une description des combustibles, du sel gemme et des divers produits minéraux exploités dans le district minier de Barcelone a été donnée par M. F. Bauza (1).

Il signale les mines de houille de San-Juan de Las Abadesas qui

(1) *Revista minera*, t. XII, n°s 270, 271, 272, 273, 274. (D.).

reposent sur le calcaire dévonien et sur les schistes ardoisiers siluriens. Ce terrain houiller se prolonge jusqu'à Eril Castel, Pereneva, Sas et Benès, où il se trouve en partie recouvert par le grès rouge; sur plusieurs points, il est en contact immédiat avec des porphyres, des ophites et autres roches éruptives; de plus la houille qu'il fournit est anthraciteuse. Ces dépôts renferment un grand nombre de couches et l'épaisseur du combustible exploitable peut être évaluée à 12 mètres.

On trouve aussi plusieurs couches d'une espèce de houille, près de Girone, dans la partie supérieure du terrain crétacé (turonien d'Orbigny).

Il y a encore des mines de lignites à Almatret, Seros, Granja de Escarpe, dans la partie inférieure de la formation tertiaire éocène. Ce lignite est intercalé dans des couches calcaires qui alternent avec des grès contenant une quantité considérable de planorbes et de lymnées.

A Igualada, on exploite également des lignites dans le terrain lacustre éocène qui repose sur le calcaire nummulitique.

Quant à la tourbe elle occupe un espace de 36 à 40 kilomètres carrés sur la rive droite de l'Èbre près d'Amposta.

Le sel marin forme, comme l'on sait, un grand dépôt stratifié à Cardone; la coupe de bas en haut offre différentes couches de grès bleus, de marnes salifères grises, de marnes gypseuses vertes et rouges, et à la partie supérieure des grès colorés en rouge. Suivant M. Bauza, le sel de Cardone se trouverait dans le terrain tertiaire, entre les couches supérieures au terrain nummulitique et les couches inférieures du groupe éocène; cette opinion est aussi celle adoptée par M. d'Archiac (1). Il forme d'ailleurs des masses isolées dont les limites ne sont pas encore connues.

A Gosol le sel se retrouve aussi, mais dans le trias et il est accompagné par le gypse et par de l'ophite.

Le rapport de M. Bauza est complété par la description des carrières de marbres, par des renseignements sur l'exploitation de l'asphalte, enfin par un tableau statistique donnant la production minérale du district de Barcelone en 1860.

Sierra de Los Santos. — M. E. Petitgand (2) a étudié un bassin houiller qui s'étend entre Espiel, Belmez et Fuente-Abejuna dans la Sierra de Los Santos, au sud-ouest de l'Espagne. Sa longueur est de

(1) A. d'Archiac : *Cours de paléontologie, professé au Muséum d'histoire naturelle*, 346.

(2) Renseignements donnés par M. E. Petitgand à M. Delesse.

35 kilomètres et sa largeur au plus de 3 kilomètres. C'est sur le territoire de Peñarroya, à 5 kilomètres à l'ouest de Belmez, que se rencontrent les couches de houille les plus puissantes et les mieux connues. Des conglomérats qui se trouvent à la base paraissent correspondre à ceux qui existent dans le terrain houiller du département du Gard. Les couches d'argile contiennent quelques rognons de fer carbonaté. Comme le terrain a été très-tourmenté, les inclinaisons des couches de houille sont très-variables. On compte au moins six couches à Belmez; dans la région d'Espiel leur épaisseur varie de 1 mètre à 3 mètres; mais elle s'éleverait jusqu'à 40 mètres dans la mine Terrible.

Aux environs de Belmez et d'Espiel, M. Petitgand signale encore des gîtes métallifères nombreux dans lesquels on a exploité autrefois du plomb, du fer et du cuivre. Les filons présentent des affleurements qui sont très-nettement accusés par des crêtes quartzeuses et quelquefois même on peut les suivre sur plus d'un kilomètre.

France.

S'il est nécessaire pour un pays de posséder une carte géologique qui le fasse connaître dans son ensemble et d'une manière générale, il n'est pas moins utile d'avoir des cartes géologiques détaillées. Ces dernières cartes permettent, en effet, de représenter les couches de combustibles, les bassins houillers, les minerais de fer, les filons et, en un mot, toutes les matières minérales utilement exploitables. Dès à présent, l'Angleterre, l'Allemagne, la Hollande, les États-Unis ont commencé des cartes géologiques à une grande échelle et la France n'est pas resté en dehors de ce mouvement scientifique. Des cartes géologiques départementales ont été faites d'après la carte topographique de Cassini et d'après celle de l'État-Major qui est à l'échelle du 80.000. De plus des topographies souterraines sont en voie d'exécution à une échelle plus grande, soit pour les environs de Paris, soit pour nos principaux bassins houillers.

Mais il importait que tous ces travaux isolés fussent coordonnés dans leur ensemble et cette tache délicate ne pouvait être entreprise que par les illustres auteurs de la carte géologique de France. Dès l'année 1855, MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont ont envoyé à l'Exposition universelle une *carte géologique détaillée* à l'échelle du 80.000e qui donnait une partie du nord de la France. Elle comprenait les départements du Pas-de-Calais, du

(1) *Carte géologique détaillée de la France dressée d'après les cartes géologiques départementales et d'après des documents inédits*, par MM. Dufrénoy et Élie de Beaumont. Imprimerie impériale. — Paris, 1855. (D.).

Nord, des Ardennes, de l'Aisne, de la Somme, de la Seine-Inférieure et de l'Oise.

Depuis la mort de M. Dufrénoy, M. Elie de Beaumont a continué seul cet immense travail; ne se bornant pas à un simple résumé des cartes géologiques départementales, M. Élie de Beaumont compare et contrôle tous leurs résultats. En outre des excursions qu'il fait tous les ans avec ses Élèves de l'École des Mines sont dirigées vers les points qui lui paraissent réclamer une attention spéciale.

Dès à présent trente-trois feuilles de la carte d'État-Major au 80.000e sont complétement terminées. Indépendamment des départements que nous venons de mentionner, elles comprennent la Haute-Marne et une partie des départements limitrophes, tels que la Marne, l'Aube, les Vosges, la Côte d'Or, la Haute-Saône. Les divisions adoptées pour les terrains sont plus nombreuses que celles de la carte géologique générale de la France; et comme elles seront très utilement consultées par les géologues chargés de l'exécution des cartes départementales, nous allons les faire connaître pour la partie du nord de la France qui est actuellement livrée à l'impression :

Terrains superficiels.	Dépôts meubles sur des pentes. — Alluvions. — Dunes et cordon littoral. — Tourbes.
Terrain erratique ou diluvium.	Dépôt erratique supérieur.
Terrain tertiaire supérieur (Pliocène)	Limon jaune de Picardie. Dépôt erratique inférieur. Sables de Diest.
Terrain tertiaire moyen : (Miocène).	Dépôt de glaise bariolée, de sable granitique et de silex. Calcaire d'eau douce de la Beauce, minerais de fer en grains. Grès de Fontainebleau.
Terrain tertiaire inférieur (Éocène).	Formation gypseuse. Grès de Beauchamp. Calcaire grossier. Sables nummulitiques. Formation des lignites soissonnais : (lignites exploitables). Sables de l'argile plastique. Conglomérats de l'argile plastique.
Terrain crétacé supérieur. .	Craie blanche.
Terrain crétacé inférieur. .	Craie tuffeau et craie chloritée. Gault. Grès vert inférieur. Terrain wealdien, minerais de fer.

Terrain jurassique.	Calcaire portlandien. Argiles kimméridiennes. Calcaire à astartes. Coral Rag. Minerais de fer oolitiques. Argiles oxfordiennes. Grande oolite. Oolite inférieure. Marnes à posidonies. Minerais de fer. Marnes avec calcaire noduleux. Marnes brunes et calcaire sableux. Calcaire à gryphées arquées. Grès inférieur du lias.
Terrain du trias.	Marnes irisées.
Terrain carbonifère.	Terrain houiller. Calcaire carbonifère : (avec dépôts de houille subordonnés).
Terrain dévonien.	Psammites du Condros. Calcaire de Givet avec dolomie subordonnée. Schistes rouges de Chooz. Poudingues de Chooz et de Burnot.
Terrain rhénan (Terrain dévonien inférieur?). . .	Schistes et grauwackes de Vireux et de l'Ahr. Schistes et grauwackes de Montigny et de Coblentz. Poudingues de Fepin et de Gedinne.
Terrain ardennais (Terrain silurien? Cambrien??). .	Schistes et quarzites de Revin. Schistes ardoisiers et quartzites de Deville.

Nous observerons que la carte géologique détaillée de la France qui est exécutée par M. Élie de Beaumont établit, surtout pour la partie faite aujourd'hui, de nombreuses divisions entre les terrains appartenant à l'époque actuelle et ceux qui se trouvent immédiatement à la surface du sol. Ainsi, elle distingue parmi ces terrains ceux qui occupent les plateaux, le flanc des coteaux, et le fond des vallées; par suite elle donne des indications sur les différentes natures de terres végétales; indépendamment de ce qu'elle reçoit toutes les données géologiques, cette carte doit donc être considérée comme la base d'une carte agronomique générale de la France.

COTENTIN. — M. Paul Dalimier (1) a entrepris la description des couches les plus anciennes du département de la Manche. Comp-

(1) *Stratigraphie des terrains primaires dans la presqu'île du Cotentin*, par M. Paul Dalimier, professeur de botanique à l'Ecole Normale. — Mémoire accompagné d'une carte du bassin dévonien et de deux planches de coupes. — Paris, 1861. (D.).

tant poursuivre ses études à travers tout le reste de la Bretagne, l'auteur expose dans un premier chapitre pourquoi il a été amené à choisir d'abord le Cotentin comme premier théâtre de ses recherches. Ce pays offre en effet, rassemblés sur un espace peu étendu, des représentants de tous les dépôts primaires de l'ouest de la France, ce qui faisait espérer d'y trouver plus facilement qu'ailleurs la démonstration de la véritable succession de ces dépôts.

Après quelques renseignements sur la manière d'observer dans les pays entrecoupés comme la Manche, vient la description des roches désignées par les auteurs de la carte géologique de France sous le nom de terrain cambrien. La partie méridionale de la Manche présente des schistes mâclifères qui sont relevés sur les flancs de hautes montagnes granitiques. La zone moyenne est formée de phyllades azoïques et de grauwackes anciennes (Saint-Lô, Granville), au-dessus desquels apparaît une assise ayant un cachet très-particulier, celle des grès pourprés et des poudingues. C'est à ce niveau qu'il faut placer les micaschistes et les schistes satinés de Cherbourg ainsi que les grès feldspathiques de la Hague et de la Hougue (arkoses). Tandis que M. Dufrénoy prenait les grès pourprés comme base du terrain silurien, à cause de leur discordance de stratification avec les roches inférieures aux environs de Clécy (Calvados), M. Dalimier fait remarquer que cette discordance disparaît souvent et qu'il y a même alternance au contact.

Un chapitre est consacré à la description de la chaîne silurienne de Mortain à Domfront (Orne) et plusieurs coupes parallèles montrent, au-dessus des schistes mâclifères, la succession suivante :

4. Schistes pyriteux à Graptolites.
3. Schistes bleus à Calymene Tristani et grès associés.
2. Schistes ferrugineux et minerai de fer.
1. Grès blanc traversé par des tiges perpendiculaires aux bancs. (Scolithus linearis, Hall).

Le terrain silurien se retrouve à Cherbourg (Roule, vallée de Quincampoix, la Glacerie); à la pointe de la Hague, à Beaumont, Jobourg, Vauville; enfin dans la localité célèbre de Siouville. Des gisements nouveaux sont signalés par M. Dalimier dans ces différents points ainsi que des fossiles nombreux parmi lesquels se trouvent, pour la première fois en France, les orthocères à large siphon latéral (Siouville).

Enfin le terrain silurien enveloppe le bassin dévonien et présente outre les niveaux déjà signalés, des schistes à Trinucleus et surtout

les calcaires et schistes noirs à Cardiola interrupta, seul représensentant du terrain silurien supérieur dans ce pays (Saint-Sauveur-le-Vicomte, Levretot, etc.). La faune seconde silurienne de M. Barrande, s'y retrouve souvent dans des grès tendres, à défaut de schistes ardoisiers.

Le terrain dévonien occupe dans la Manche une étendue beaucoup plus considérable qu'on ne l'avait pensé jusqu'ici. M. Dalimier en donne une carte au 1/160.000 et montre qu'il se compose de trois assises. L'inférieure, rattachée aux grès siluriens par les géologues qui ont étudié la Manche, renferme une grande épaisseur de grès sombres verdâtres à pleurodictyum problematicum, véritable représentant de la Grauwacke rhénane fossilifère. Au-dessus et formant seulement de grandes lentilles, se rencontre le marbre noir si connu de Néhou, accompagné de schistes bitumineux; puis une série supérieure de grès et de schistes offre encore les mêmes fossiles. Ces trois niveaux, dont soixante-dix espèces fossiles sont signalées, renferment la même faune et appartiennent au terrain dévonien inférieur.

Les terrains carbonifères et houiller ont aussi de faibles représentants dans la Manche, le premier à Régneville près Coutances, le second au Plessis. Sur la frontière du département se trouve la mine de houille exploitée à Littry (Calvados). L'auteur rapporte le détail des couches traversées par un nouveau sondage et qui ont offert, au-dessus des grès houillers, des roches très-variées parmi lesquelles on distingue des schistes noirs à poissons, des calcaires marneux et des poudingues à gros cailloux roulés. Peut-être sont-ce là des représentants du terrain permien, encore inconnu dans l'ouest de la France?

Les roches éruptives qui ont traversé les couches précédentes sont les granites, les porphyres, les kersantites et les diorites. Cet ordre d'énumération indique en même temps leur âge respectif.

Voici, en résumé, la série des assises que présentent les terrains primaires dans le Cotentin et dans les départements limitrophes.

TERRAINS.	ÉTAGES.	ASSISES.
Permien? (Littry).	.....	Grès et poudingues. Calcaires. Schistes noirs à poissons. Calcaires marneux. Poudingues.
Houiller	.....	Schites argileux (le Plessis). Grès houiller et houille.
Carbonifère.	.....	Calcaire à productus.
Dévonien.	Étage inférieur.	Schistes à Spirifers. Calcaire de Néhou. Schistes et grès verdâtres à Pleurodictyum.
	Étage supérieur.	Ampélite et calcaire à Orthocères.
Silurien.	Étage moyen.	Schistes à Graptolites. Grès associés. Schistes à Calymene Tristani. Minerais ferrugineux. Grès à Scolithus linearis.
	Étage inférieur. — En partie ancien cambrien.	Grès compactes, azoïques (liés intimement à l'assise suivante) : Schistes et grès pourprés. Poudingues feldspathiques — arkose. Calcaires rares. Phyllades de Saint-Lô (azoïques). Schistes satinés et micaschistes. Schistes mâcliféres.

VILLE DE PARIS. — Une carte géologique souterraine de la Ville de Paris, exécutée par M. Delesse (1), fait connaître le sous-sol parisien jusqu'aux plus grandes profondeurs qui aient été atteintes jusqu'à présent.

C'est la craie qui forme le fond du bassin dans lequel s'est déposé le terrain tertiaire; elle plonge fortement vers le Nord un peu Est, car entre les anciennes barrières d'Enfer et Saint-Denis sa différence de niveau est de 90 mètres. La pente des divers terrains, mesurée dans un plan orienté nord-sud et passant par le tertre du Pont-Neuf, a donné $0^m,011$ pour la craie; $0^m,007$ pour l'argile plastique; $0^m,005$ pour les marnes supérieures au calcaire grossier; $0^m,004$ pour les sables moyens; $0^m,003$ pour le calcaire lacustre. Cette pente diminue successivement à mesure qu'on s'élève dans la série des couches

(1) *Bulletin de la Société géologique* (2e s.), 1861; XIX, 12. — *Carte géologique de la ville de Paris*; 2 feuilles grand monde imprimées en lithochromie. — Paris, Savy.

tertiaires, en sorte que la dépression de la craie au-dessous de Paris tendait de plus en plus à se niveler. Maintenant, lorsqu'on suit une même couche, on observe qu'elle s'incline très-graduellement; nulle part, dans le voisinage de Paris, il n'y a un changement de niveau brusque qui permette de supposer l'existence d'une faille de quelque importance. Malgré les différences de niveau que présentent les couches sur la rive droite et sur la rive gauche de Paris, il n'est donc pas possible d'admettre que la Seine coule le long d'une faille.

Bassin de Paris. — MM. Mille et Thoré (1) ont donné le profil géologique, avec cotes, du chemin de fer rive gauche, entre Paris et Versailles. Exécuté d'après leurs observations et celles de M. Triger, ce profil s'accorde dans son ensemble avec les coupes géologiques déjà données pour les environs de Paris, en particulier avec celles de MM. V. Raulin et Leblanc, ainsi que celles qui accompagnent les cartes géologiques de M. Delesse.

Nous remarquerons seulement que le terrain diluvien n'est pas limité à la vallée de la Seine; il existe au contraire à toutes les altitudes; c'est lui qui influe essentiellement sur les qualités agronomiques du sol et sur la nature des cultures; car c'est sa partie supérieure qui constitue la terre végétale. Il nous semble par cela même qu'un profil donnant des indications géologiques et agricoles doit représenter d'une manière spéciale le terrain diluvien; il doit le faire connaître non-seulement dans les vallées, mais encore sur le flanc des coteaux et sur les hauteurs, bien que son épaisseur puisse y être très-réduite.

Le travail entrepris par MM. Mille et Thoré sera continué sur la ligne de Paris à Rennes, et il offre d'ailleurs un très-grand intérêt; nous ne pouvons que nous associer complétement au vœu que forment ses auteurs de le voir se généraliser et s'étendre à tous les chemins de fer de France.

— M. Delesse (2) a publié une notice sur l'orographie du gypse, dans le bassin de Paris. Ce gypse ne forme pas des couches continues, mais des lentilles accidentelles qui sont extrêmement allongées. Sur certains points il est rudimentaire, ou bien même il manque complétement.

Si l'on détermine par des nivellements les cotes d'un même banc de gypse au-dessus du niveau de la mer, on trouve qu'elles sont assez variables; ainsi la cote du banc supérieur exploitable est

(1) *Annales des ponts et chaussées* (4e s.), III, 195 (D.).
(2) *Compt. rend.*, 1861; LII, 912.

102 mètres à Clamart, 97 à Chatillon, 95 à Noisy, 93 au Mont-Valérien, 92 à Villejuif, 85 à Montmartre, à Charonne, au fort de Romainville, et 74 à Ménilmontant. Plus loin de Paris, les variations sont encore beaucoup plus grandes; car, d'après M. d'Archiac, la cote du gypse atteint 180 mètres à Bezu-Saint-Germain, 158 à Croultes (1); elle est encore de 126 mètres à la butte de Dammartin, de 118 à Livry, tandis qu'elle se réduit à 46 mètres à L'Hay, et même à 39 au Mont-Mesly. La différence de niveau du gypse dans la partie accessible à nos recherches dépasse donc 140 mètres.

Considérons maintenant en particulier quelques-unes des lentilles de gypse; plaçons-nous, par exemple, au point le plus élevé et menons dans différentes directions des rayons vers les bords. Nous trouvons que, pour la lentille de Belleville, la pente du gypse est généralement de quelques millièmes; de Livry au Raincy elle est de 0,008; à Montmartre elle est très-rapide, car elle est égale à 0,012; dans les coteaux de Clamart et de Bagneux, elle est à peu près de 0,004. On peut admettre que, dans une colline de petite étendue, la pente du gypse parisien s'élève généralement à plusieurs millièmes et peut dépasser 1 centième. Dans une même lentille, le point dont la cote est la plus élevée correspond souvent à une grande épaisseur pour le gypse. C'est au nord de Paris, près du centre du bassin orographique actuel, que l'épaisseur du gypse atteint son maximum; mais au sud de Paris ses couches diminuent successivement et elles finissent même par disparaître. En définitive, le gypse parisien atteint souvent une grande épaisseur dans les parties élevées de la zone gypseuse, et dans ses lentilles l'épaisseur diminue généralement avec l'altitude.

Le gypse n'est d'ailleurs pas limité au terrain gypseux proprement dit, et M. Delesse observe que, près de Paris, il se trouve en couches plus ou moins puissantes, soit en dessus, soit en dessous de ce terrain; en effet, il y a du gypse dans le calcaire lacustre de Saint-Ouen, dans les sables moyens, et jusque dans les marnes du calcaire grossier. C'est surtout au nord de Paris et autour de Montmartre, de Belleville, de Gagny, qu'on rencontre ces couches de gypse exceptionnelles; il importe d'ailleurs de remarquer qu'elles sont précisément dans les localités où le gypse du terrain gypseux proprement dit atteint lui-même sa plus grande épaisseur.

Les couches du gypse étaient rudimentaires dans les parties où le calcaire lacustre, les sables moyens et les marnes du calcaire grossier viennent affleurer aux environs de Paris; il n'est donc pas étonnant que leurs cristaux aient été dissous, et que leur existence

(1) D'Archiac: *Description de carte géologique du département de l'Aisne.*

ne soit plus accu. ée maintenant que par leurs pseudomorphoses (1).

LOIRET.—Une carte géologique du département du Loiret, accompagnée d'un texte descriptif, a été publiée par M. E. de Fourcy (2).

L'auteur s'occupe particulièrement de l'étude des caractères minéralogiques et stratigraphiques des terrains. Il observe que la craie inférieure présente quelques affleurements à l'extrémité sud-est du département, tandis que la craie supérieure, qui forme les rivages de la Loire du côté de Gien, se montre dans toutes les vallées de la partie orientale de la Sologne Orléanaise et du Gâtinais.

Les terrains tertiaires (inférieur et moyen) couvrent la presque totalité du département.

L'étage tertiaire inférieur n'est représenté que par ses assises les plus anciennes et les plus modernes : l'argile plastique et le calcaire siliceux de la Brie.

La formation de l'argile plastique existe seulement dans la partie orientale du département; elle présente à la base quelques argiles marneuses, puis des poudingues de cailloux roulés dont on suit le prolongement depuis Nemours jusqu'à Briare sur la Loire, et, au delà de ce fleuve, sur les coteaux du Val et dans quelques vallées latérales où ils forment comme un mince liséré sur les tranches de la craie. Aux poudingues succèdent des alternances irrégulières sables, de grès ou d'argile dont l'industrie tire çà et là parti. L'auteur rattache ainsi à la formation de l'argile plastique toute la région située à l'est des canaux de Briare et du Loing, en faisant toutefois remarquer que cette formation a ici peu d'épaisseur, que n'y étant recouverte par aucune autre assise tertiaire, elle nécessairement subi, lors de la période diluvienne, des remaniements qui en ont mélangé et confondu les éléments. Il signale des gisements de minerais de fer dont plusieurs furent jadis exploités.

Le calcaire grossier, le grès de Beauchamp manquent complétement. Le calcaire d'eau douce inférieur, si développé dans Seine-et-Marne, ne s'avance que de quelques centaines de mètres.

L'étage tertiaire moyen est de beaucoup le plus développé. Au grès de Fontainebleau qui montre ses derniers affleurements méridionaux dans les vallées de l'Essonne et du Fusain, succède le calcaire d'eau douce supérieur, qui constitue à lui seul plus de la moitié du département et emprunte à la Beauce une de ses fréquentes dénominations. Le calcaire est exploité dans de nombreuses

(1) V. encore, relativement au gypse du bassin parisien : *Revue de géologie pour l'année* 1861; II, 141, 142.

(2) *Carte géologique du département du Loiret*, en 4 feuilles, tracée sur un report de la carte de France, à l'échelle de 1/80 000. (D.).

et importantes carrières. Des assises marneuses, intercalées à la partie supérieure, offrent en plusieurs points un précieux amendement pour les terres; des sondages exécutés par l'administration les ont fait reconnaître sous les dépôts de la Sologne.

Au-dessus du calcaire d'eau douce supérieur s'étendent les sables et argiles de la Sologne qui en quelques points atteignent une épaisseur de 60 mètres. M. de Fourcy assimile aux argiles à meulières supérieures de Seine-et-Oise ces dépôts qui sont généralement considérés comme synchroniques des fahluns de la Loire.

Il existe à la limite septentrionale du département du Loiret une ligne de faîte séparant les affluents de la Loire des affluents de la Seine. Ce faîte a servi d'ossuaire à un grand nombre d'animaux dont on retrouve çà et là les débris, au nord d'Orléans, dans des lambeaux de sable semés de loin en loin à la surface du calcaire de Beauce.

Immédiatement au-dessus des dépôts de la Sologne, l'auteur place les fahluns qui ont déjà été l'objet de nombreuses controverses; c'est surtout par l'étude des belles collections recueillies par M. l'abbé Bourgeois, qu'on parviendra à fixer définitivement leur âge relatif.

Meurthe. — La carte géologique du département de la Meurthe a été publiée dès 1855 par M. Levallois (1) qui vient de la faire suivre par un aperçu indiquant le résultat sommaire de ses études sur ce département (2). Les terrains de la Meurthe se présentent en assises à peu près horizontales et forment une succession de bandes, dirigées à peu près vers le nord-est et échelonnées de l'est à l'ouest, suivant l'échelle d'ancienneté des terrains; en sorte, dit M. Levallois, qu'on descend cette échelle d'ancienneté, en même temps que la pente générale du sol et en allant de la chaîne des Vosges vers Nancy. On rencontre successivement le grès rouge, le grès des Vosges, le trias, le grès infraliasiques, le calcaire à gryphées arquées, les marnes supraliasique l'oolite inférieure, l'oolite moyenne et pardessus se trouve le terrain de transport.

Nous appellerons spécialement l'attention sur la description du trias qui dans la Meurthe présente un type classique. Le grès bigarré est bien distinct du grès vosgien au pied duquel a eu lieu son dépôt; il commence le régime de ce qu'on nomme de la plaine, tandis que le grès vosgien appartient à la montagne.

---

(1) *Aperçu de la constitution géologique du département de la Meurthe.* (Extrait des *Mémoires de l'Académie de Stanislas*, 1861.) (D.).

(2) *Carte géologique de la Meurthe*, 4 feuilles colombier, imprimées en couleur à l'imprimerie imperiale.

Le muschelkalk comprend deux groupes, le premier marneux, et le deuxième calcaire. Dans le premier se trouve du gypse et aussi, comme M. Levallois l'a fait voir dès l'année 1846, le puissant dépôt de sel gemme de Sarralbe (Moselle). C'est à la partie tout à fait supérieure du deuxième groupe qu'appartient le gîte des sauriens de Lunéville qui est devenu si célèbre.

Les marnes irisées de la Meurthe sont surtout intéressantes à étudier, et M. Levallois les divise en trois groupes renfermant chacun du gypse et de la dolomie.

Le groupe inférieur s'observe au confluent de la Vesouze et de la Meurthe, au moulin de Xerbeviller. La dolomie de ce groupe est caractérisée par sa structure cristalline et s'exploite pour faire des pavés; elle est accompagnée de grès schisteux remplis d'impressions végétales, de poissons et de sauriens. C'est une couche importante qui est bien caractérisée à la carrière de Sainte-Anne; elle peut d'ailleurs, se suivre d'un bout à l'autre du département, depuis Fenestrange près le Bas-Rhin jusqu'à Mayen aux confins des Vosges. Le gypse inférieur se voit seulement au moulin de Xerbeviller, à la ferme de Beaupré.

Le groupe moyen comprend du gypse, du sel gemme, un grès et de la dolomie. Ces trois étages s'observent très-bien à la butte de Leomont, près de Lunéville; et de bas en haut ils se succèdent dans l'ordre où ils viennent d'être énumérés. Parmi les nombreuses localités où se trouve le gypse moyen, on peut citer les célèbres mines de Vic et de Dieuze dans lesquelles il est associé à l'immense dépôt de sel gemme de la vallée de la Seille.

Il faut encore rapporter à ce groupe le sel gemme de Dombasle, qui, l'année dernière, a été exploré par un sondage exécuté par MM. Mulot et Dru (1).

	mèt.
Terrain de transport	11,77
Marne rouge et grise	29,23
Gypse blanc cristallin	2,50
Marne sableuse rouge et grise	5,70
Gypse blanc cristallin	8,98
Sel gemme grisâtre et rosé	1,42
Marne grise avec veines de sel gemme	1,59
Marne rouge avec gypse blanc et sel	6,81
Marne dure et calcaire dolomitique	0,40
Sel gemme	4,06
Marne grise avec veines de sel gemme	3,80
Sel gemme	7,84
Marne sableuse avec sel	1,78
Sel gemme	»,»»

(1) Communication à M. Delesse.

Le sondage a été arrêté dans ce quatrième banc de sel gemme qu'il a entamé sur une épaisseur de 5m,40; en sorte qu'à Dombasle on connaît le sel sur une épaisseur de 20 mètres. De l'autre côté de la Meurthe, à Rozières le sel a également été rencontré; mais il est beaucoup plus bas, car le premier banc n'a été atteint qu'à la profondeur de 140 mètres.

Le grès du groupe moyen est argileux, rougeâtre ou grisâtre; c'est celui que M. Levallois a assimilé au grès de Stuttgard; à Morhange et à Valmunster (Moselle), à Noroy (Vosges). Il contient une petite veine de houille. La dolomie, au-dessus du grès, est celle que M. Levallois nomme dolomie-moëllon; elle est blanc jaunâtre, à cassure mate et on l'observe à travers tout le département, d'Insming à Gripport; c'est l'un des meilleurs repères auxquels on puisse avoir recours. Déjà MM. Élie de Beaumont et Voltz l'avaient signalée à ce titre.

Au-dessus de cette dolomie-moëllon on rencontre en divers points du département d'autres dépôts de gypse qui sont aussi recouverts par de petits bancs dolomitiques; c'est le groupe supérieur du gypse et de la dolomie. A Bathelmont-lès-Bauzemont ce gypse contient d'ailleurs de la boracite, comme l'ont constaté Gaillardot et Braconnot. De la strontiane sulfatée et quelques débris de mollusques caractérisent aussi le groupe supérieur.

M. Levallois observe que son groupe inférieur des marnes irisées correspond au Lettenkohle d'Alberti qui, en Souabe, contient une couche de houille terreuse. Il est vrai qu'en Lorraine cette houille est représentée seulement par des impressions végétales; mais, à part ce détail, la composition minéralogique est à peu près la même dans les deux pays. M. d'Alberti, qui a si bien étudié le trias, a commis lui-même une erreur à cet égard; car il a assimilé son lettenkohle à la houille de Noroy et de Morhange. Or, cette dernière houille appartient, comme nous l'avons vu, au groupe moyen dans la Meurthe, de même que dans la Haute-Saône, elle est bien évidemment supérieure au sel gemme. Quant à la séparation des marnes irisées et du muschelkalk, M. Levallois remarque qu'elle n'est pas très-nette.

Le grès infraliasique forme un bande qui suit les contours des marnes irisées. Il est couronné par une couche de marnes rouges atteignant 5 mètres d'épaisseur qui donne lieu à un niveau de sources bien constant. C'est dans le grès infraliasique que se trouve le bone-bed, et il est assez remarquable que cette couche, qui provoque maintenant à un si haut degré l'attention des géologues ait été signalée depuis longtemps par Loysel dans les environs de

Dieuze (*Journal des mines*, III, 14). M. Levallois indique du reste un grand nombre de nouveaux gisements du bone-bed dans les arrondissements de Château-Salins et de Nancy. Pour de plus grands détails nous devons d'ailleurs renvoyer le lecteur au résumé que M. Levallois donne lui-même dans son aperçu géologique du département de la Meurthe.

MOSELLE. — Les auteurs de la carte géologique de France avaient depuis longtemps indiqué que le bassin houiller de la Sarre se prolongeait jusque dans le département de la Moselle et qu'il pouvait y être exploité. Des recherches spéciales, entreprises dans ces dernières années par M. E. Jacquot(1), ont fait connaître ce bassin en France et provoqué de nombreux travaux de recherches. Les résultats de ces travaux ont été résumés par M. J. Lévy (2). Dès à présent on a exécuté une cinquantaine de puits ou de sondages, ayant pour but l'exploitation ou bien la découverte de la houille.

Parmi les plus remarquables nous citerons le puits Saint-Charles, fait à Petite-Rosselle, près de Stiring; il a traversé successivement: grès vosgien, 37 mètres; nouveau grès rouge et conglomérat à sa base, 33 mètres. Le terrain houiller, rencontré à 70 mètres, présente une inclinaison de 35° et quatre veines de houille qui, déduction faite des schistes intercalés, ont les épaisseurs suivantes: $2^m,20$ — $0^m,50$ — $3^m,30$ — $1^m,90$.

Le puits de Carling a été commencé dans le grès vosgien, qu'il a traversé sur 142 mètres; au-dessous se rencontre aussi le nouveau grès rouge, dans lequel il convient de ranger définitivement le conglomérat inférieur, qu'on regardait d'abord, mais à tort, comme appartenant au terrain houiller; c'est seulement à 207 mètres que commence le terrain houiller proprement dit, dans lequel le puits a été foncé jusqu'à la profondeur de 295 mètres.

VOSGES. — Des études géologiques sur le canton de Guebwiller, dans le Haut-Rhin, ont été publiées par MM. Kœchlin-Schlumberger (3) et E. Durrwell (4). Le terrain de transition couvre au moins les trois quarts de la surface du canton et forme notamment toute la masse des hautes montagnes qui bornent la vallée de Guebwiller du côté de l'ouest. Les fossiles trouvés dans ce terrain,

(1) *Études géologiques sur le bassin houiller de la Sarre*, 1853.
(2) *Bulletin de la Société de l'industrie minérale*, 5e année: *Notice sur le bassin houiller de la Moselle*. — Lettre adressée par M. Lévy à M. Delesse. (D.).
(3) *Bulletin de la Société industrielle de Mulhouse*, n° 127, 1854; 75 (D.).
(4) *Aperçu géologique du canton de Guebwiller*, avec une carte géologique, 1856 (D.).

particulièrement près de Chenebié, par M. Thirria, et à Plancher-les-Mines par M. Jourdan, sont des productus, des brachiopodes et des crinoïdes; de plus, on n'y a pas encore rencontré de trilobites autres que les phillipsia. Parmi les plantes, au contraire, on y observe assez fréquemment le stigmaria ficoïdes, comme l'a constaté M. Schimper; en sorte que, d'après M. Kœchlin-Schlumberger, on doit plutôt rapporter le terrain de transition du sud des Vosges au terrain carbonifère qu'au dévonien; M. Kœchlin ajoute qu'en tout cas, jusqu'à présent, il n'y a pas de raison suffisante pour le classer, comme M. Durrwell, dans le terrain silurien.

Au Saulager, une roche pétrosiliceuse, avec feuillets très-minces de quartz, ressemble au premier abord à du bois silicifié et présente une structure ligniforme; d'après M. Durrwell, ce serait un grès rouge ou vosgien métamorphosé par l'action du porphyre brun; d'après M. Kœchlin-Schlumberger, ce serait au contraire un schiste de transition métamorphosé. Cette manière de voir est aussi celle que nous adopterons; car nous avons constaté nous-même que le terrain de transition métamorphique des Vosges renferme sur plusieurs points des eurites et des pétrosilex d'apparence ligniforme, bien qu'il ne soit pas au voisinage de porphyres.

Auprès de Guebwiller on observe un lambeau de grès rouge dans lequel cette roche se présente avec ses caractères habituels.

Le grès vosgien constitue l'Axwald et le Soutzerkopf, ainsi que presque toute la masse des montagnes entre Saint-Gangolf, Kitterlé et Orschwyr. Ce sont des carrières ouvertes dans ce grès par Vauban qui ont fourni les bons matériaux employés à la construction de la forteresse de Neuf-Brisach.

Le trias du canton de Guebwiller est représenté par le grès bigarré et par le muschelkalk. M. Durrwell signale dans ce terrain une dent conique, ayant $0^m,17$ de hauteur, qu'il a trouvée dans le grès bigarré d'Osenbach.

Le terrain jurassique qui constitue le Bollenberg a déjà été étudié par M. Kœchlin-Schlumberger. En montant d'Orschwyr vers la Chapelle, on rencontre successivement le lias inférieur (sinémurien d'Orbigny), l'oolite inférieure (bajocien), la grande oolite, et une marne jaune mêlée de fragments calcaires qui doit être rapportée au Bradford clay (bathonien).

C'est encore M. Kœchlin-Schlumberger qui, dans le canton de Guebwiller, a constaté l'existence d'un terrain tertiaire marin antérieur à la mollasse (tongrien d'Orbigny). Il ressemble à une alluvion moderne, avec laquelle on serait tenté de le confondre si

l'on n'y trouvait les fossiles marins qui caractérisent la mollasse.

Des dépôts considérables de terrain tertiaire, vraisemblablement tongrien, flanquent d'ailleurs le pied Est des Vosges, notamment entre Altkirch et Ferrette, et dans le haut de la vallée de l'Ill. Les relations de ce terrain avec le terrain d'eau douce des environs de Mulhouse ont donné lieu à quelques divergences d'opinions. D'après M. Studer, ce terrain d'eau douce représenterait la continuation de celui qu'on rencontre dans plusieurs vallées du Jura et serait postérieur à la mollasse.

D'après M. Kœchlin-Schlumberger, il lui serait au contraire antérieur; car à Sainte-Croix (canton de Vaud), un calcaire d'eau douce, très-voisin de celui de l'Alsace, repose sur le crétacé et supporte la mollasse marine. En outre, les recherches de M. le docteur Greppin ont appris que le grès des environs de Mulhouse, considéré d'abord comme de la mollasse marine, est en réalité lacustre, et que, dans la vallée de Délémont, il a précédé le calcaire d'eau douce, et à plus forte raison la mollasse marine.

M. Kœchlin-Schlumberger admet que le dépôt du calcaire d'eau douce au fond du lac alsacien a été suivi par une révolution ou plutôt par un simple changement dans le niveau du sol qui a permis l'introduction de l'eau salée, et par suite le développement de mollusques marins.

CREUSE. — M. P. de Cessac (1) a publié une carte géologique du département de la Creuse avec un résumé succinct des observations qu'il y a faites.

Une description physique donne d'abord la situation de ce département, son orographie et son hydrographie.

Quant à la description géologique, elle comprend :

---

(1) *Esquisse géologique du département de la Creuse.* — *Bull. géol.*, 1861-62. — *Mémoire de la Société des sciences naturelles de la Creuse*, 1859, III, 168 (D.).

TERRAINS.	ÉTAGES.	ASSISES.
Moderne.	»	Tourbes, alluvions, etc.
Quaternaire.	»	Blocs erratiques, argile, sable, brèche ferrugineuse, etc.
Tertiaire.	Miocène.	Argile, gypse, calcaire marneux.
Paléozoïque supérieur.	Formation houillère.	Poudingue, grès, schiste, houille.
	Formation carbonifère?	Grauwacke, grès, schiste, anthracite, graphite.
Paléozoïque inférieur ou azoïque.	Formation métamorphico-granitique.	Granite micacé, leptynite (Weisstein), gneiss à deux micas.
	Formation quartzo-schisteuse.	Micaschite, schiste argileux, schiste talqueux.
	Formation granito-gneissique.	Granite à grains fins et moyens, gneiss, leptinyte (Weisstein).
Cristallisé (hors série).	Granite bleu, syénite, amphibolite.	

Ces terrains sont coupés par divers filons affectant les directions suivantes :

Quartz, direction N.-O., S.-E.
Granulite et pegmatite.
Wacke, direction N., 35 à 40° O.
Porphyre pinitifère N., 40 à 45° O.
Porphyre quartzifère N., un peu E.
Eurite et argilophyre, O.-E. environ.
Porphyre granitoïde.
Minette.

Parmi les systèmes de soulèvements établis par M. É. de Beaumont, M. de Cessac mentionne : 1° celui de Longmynd N. 26° 52′ E. qui a laissé peu de traces, mais se retrouve cependant dans le gneiss et dans l'amphibolite au N.-O. du département ; 2° celui des Ballons, O. 11° 21′ N. qui affecte le granite bleu (granitite) ainsi que le terrain carbonifère ; 3° celui du Forez, N. 16° 22′ O., qui a orienté les micaschistes au sud du département et le granite micacé ; 4° celui du Morvan, N. 47° O., qui a fait sentir ses effets au granite bleu et au terrain houiller, notamment près du cours de la Creuse : cette direction est d'ailleurs fréquente dans tout l'ouest du plateau central ; 5° enfin celui des Pays-Bas, O. 6° 29′ N., qui a orienté le micaschiste et le granite micacé au nord du département.

ARDÈCHE. — Les massifs montagneux de l'Ardèche ont été décrits par M. Delmas (1), qui a analysé également les divers soulèvements de cette région.

VAUCLUSE. — M. Scipion Gras (2) a publié la carte géologique du département de Vaucluse sur laquelle nous reviendrons ultérieurement.

PYRÉNÉES. — MM. de Verneuil et de Keyserling (3) ont donné deux coupes du versant méridional des Pyrénées, l'une d'Esterri au mont Sec, l'autre de Vénasque à Bénavarre. Ces sections font voir la disposition relative des couches du terrain de transition, du trias (4), de la craie et du groupe nummulitique.

Les Albérés, qui s'étendent de la vallée du Tach à celle de la Mugo en Espagne, ont été décrites par M. Nogués.

M. Nogués (5) a fait quelques recherches sur les environs d'Amélie-les-Bains. Il y signale la craie supérieure (à Hippurites, à Cyclolites elliptica), la craie inférieure (néocomien ou gault), le lias (avec quelques doutes), et le trias.

CORBIÈRES. — M. d'Archiac (6) a entrepris une description complète et détaillée des Corbières, en désignant sous ce nom l'ensemble des groupes montagneux qui se trouve délimité à l'est par la côte de la Méditerranée, au nord par une ligne tracée de Capestang à Montlieu, à l'ouest par une ligne tirée de Carlipac à Besside-le-Sault, au sud par la chaîne de montagnes qui de Peyretroses se dirige à l'ouest en passant par Estagel, puis au sud de Saint-Paul, de Caudiès et d'Axos, pour se prolonger vers Ballesto, et au delà dans le département de l'Ariége.

La légende de la carte géologique des Corbières est la suivante :

Dépôts modernes et quaternaires.	
Marnes bleues supérieures.	
Mollasse marine.	
Groupe lacustre.	Calcaires et marnes du bassin de Narbonne et de Sigean. Poudingues des montagnes. Mollasse d'eau douce (grès de Carcassonne).
Groupe nummulitique.	Supérieur. Moyen. Inférieur.
Groupe d'Alet.	

(1) *Bull. géol.*, 1861-62; 50 (L.).
(2) *Carte géologique du département de Vaucluse*, 1861 (D.).
(3) *Bull. géol.*, 341 (L.).
(4) *Bull. géol.*; 1861; 145.
(5) *Bull. géol.*, 1861; 95.
(6) *Mémoires de la Société géologique de France* (2e s.), VI (L.).

Formation crétacée supérieure.

Id....	inférieure.	Calcaire compacte ou à caprotines. Marnes et calcaires néocomiens.

Lias.
Formation houillère.
Formation dévonienne
Granites, gneiss, micaschistes, etc.
Roches ignées.

M. d'Archiac assimile son groupe lacustre tertiaire, avec ses mammifères, ses coquilles, poissons et plantes fluviatiles et terrestres, ses marnes gypseuses, au calcaire lacustre moyen du bassin de Paris. Les trois étages de son groupe nummulitique représentent, ainsi que les sables et grès moyens, d'après les comparaisons auxquelles il s'est livré, le calcaire grossier et les lits coquilliers du Soissonnais; enfin le groupe d'Alet correspond, dans le bassin de Paris, à l'ensemble des couches variées comprises entre l'horizon de la Nummulites planulata et celui du calcaire pisolithique; en Angleterre, à la série de Reading et de Woolwich, et aux sables de Thanet; en Belgique, au système landenien (Dumont).

La terminologie comparée de M. d'Archiac et de M. Vézian (1), relativement à ces groupes, est d'ailleurs exprimée par le tableau suivant :

Groupe lacustre.		Grès et poudingues.	Terrain nummulitique de la Catalogne.
Nummulitique.	Supérieur.	Étage mancésien.	
	Moyen.	*Id.* igualadien.	
	Inférieur.	*Id.* castellien.	
Groupe d'Alet.		*Id.* montserrien.	

Les deux formations crétacées, inférieure et supérieure, sont en discordance complète : l'inférieure constitue les montagnes de la Clape; elle y présente deux étages, l'un assimilé aux calcaires à caprotines de Provence, l'autre à l'étage néocomien inférieur du même pays.

L'auteur reviendra au reste avec plus de détails sur ces rapprochements quand il achèvera, par la partie paléontologique, un ouvrage jusqu'ici consacré plus spécialement à l'orographie et à la géologie stratigraphique des Corbières.

Alpes. — Maurienne. — M. Alph. Favre (2) a décrit le gisement des nummulites découvertes par M. Pillet, au-dessous du village de Mont-Richer; il a cherché à expliquer la disposition des terrains

(1) *Bulletin de la Société géologique* (2e s.), XIV, 374; 1857 (L.).
(2) *Bibliothèque universelle de Genève*, 1861; 18 (L.).

qui forment le versant nord de la Maurienne, en admettant des plissements puissants et des renversements de couches; ces renversements s'observeraient notamment au col des Encombres. M. Favre signale, entre Saint-Jean-de-Maurienne et l'entrée du tunnel des Alpes, l'existence de plusieurs terrains, d'un terrain nummulitique, du terrain jurassique, du lias fossilifère; au col des Encombres et au col de la Madeleine, du trias, représenté par le gypse, la cargneule, des schistes rouges et verts, des quartzites et des arkoses, enfin du terrain houiller accompagné de couches d'anthracite.

Il a soumis les nummulites qu'il a découvertes dans le calcaire du Mont-Richer à l'examen de M. d'Archiac, qui a reconnu:

	Nummulites Dufrenoyi d'Archiac ou N. distans Deshayes.
	Nummulites Ramondi Dufr.
Probablement	Nummulites planulata d'Orb.
	Orbitoïdes submedia d'Arch.
	Nummulites complanata Lem.
	Nummulites Ramondi Dufr.
	Nummulites perforata d'Orb. (??)
	Nummulites variolaria Sow. (??)

Suivant M. d'Archiac, l'absence des Nummulites intermedia, garansensi, biaritzensis, striata, prouve que ces couches n'appartiennent pas à la partie supérieure du terrain nummulitique; elles sont inférieures ou plus anciennes que celles du Mont-Faudon, de Saint-Bonnet et des autres localités des Hautes-Alpes.

La Maurienne a été visitée dans l'automne de 1861 par les membres de la société géologique de France. Ceux qui ont pris part à cette réunion paraissent avoir été unanimes à considérer les grès à anthracites des Alpes comme faisant partie du terrain houiller, et à n'attribuer qu'à des plis et des renversements, notamment au col des Encombres, la superposition des grès à anthracites au lias.

Les membres de la société se sont attachés à rechercher, dans les Alpes, l'horizon de l'*Avicula contorta*. Depuis quelques années cet horizon était reconnu dans les Alpes de l'Autriche et de la Bavière, dans la Lombardie, etc.; M. Escher l'avait signalé dans le nord de la Savoie, aux roches de Meillerie; M. Favre l'a découvert dans la vallée de la Dranse et à Motringe, M. l'abbé Vallet l'a suivi plus au loin dans le nord de la Savoie, et en a constaté l'existence dans la Tarentaise et la Maurienne. Les membres de la Société géologique ont reconnu cette couche dans la coupe du massif des Encombres et à la base des calcaires du Mont-Genèvre, sur le versant piémontais. Quant au terrain nummulitique, le gisement de Mont-Richer a été examiné par les mêmes personnes, et aucun

doute n'a été élevé sur la détermination des fossiles qui y ont été reconnus.

L'importance des questions traitées dans la séance extraordinaire de Saint-Jean-de-Maurienne n'échappera à aucun géologue; mais, en raison même de cette importance, il pourra sembler regrettable que les opinions des divers membres se soient accidentellement trouvées concorder, au point que la discussion ait été subordonnée à une simple constatation des faits interprétés dans un esprit commun; de la sorte, les opinions émises presque sous forme d'arrêt, dans le compte rendu de cette session, n'ont pas encore subi l'épreuve d'un débat contradictoire, et au lieu de les enregistrer dans le chapitre systématique des terrains, nous nous contentons d'en prendre note dans celui des descriptions géographiques et géologiques.

— Les discussions soulevées par le terrain anthraxifère des Alpes donnent un intérêt spécial aux recherches nouvelles qui viennent d'être faites sur sa flore par M. le professeur Oscar Heer (1). Les plantes fossiles qu'il a examinées provenaient pour la plupart de Derbignon et Outre-Rhône; et, comme l'avait déjà annoncé M. Ad. Brongniart, elles indiquent une flore essentiellement carbonifère. Deux Cyclopteris et le Neuropteris microphylla, qui jusqu'à présent n'étaient connus que dans le terrain carbonifère d'Amérique, se retrouvent à Derbignon. D'après MM. Unger et O. Heer, le Pecopteris, nommé d'abord Whitbiensis, et considéré comme jurassique serait en réalité le Pecopteris Beaumontii; en résumé ces savants botanistes admettent que toutes les plantes actuellement connues dans le terrain anthraxifère des Alpes appartiennent à des espèces carbonifères, ou bien doivent être considérées comme spéciales à ce terrain.

M. Heer signale à l'attention des géologues la communauté d'espèces qui existe entre la flore anthraxifère des Alpes et la flore carbonifère d'Amérique; du reste la flore keupérienne d'Europe présente aussi des espèces et des genres qui sont identiques en Europe et dans la Caroline du nord; et des rapprochements analogues peuvent également être faits pour la flore de l'époque actuelle.

Suisse.

Parmi les études géologiques qui sont spéciales à la Suisse, nous indiquerons un relief envoyé à l'Exposition (2) qui donnait une partie

(1) *Archives des sciences physiques et naturelles.* — Genève, 1861; XII, 39 (D.).
(2) Notes prises à l'Exposition de Londres par M. Delesse.

de l'Oberland bernois. Exécuté par M. Ed. Beck, il représente les massifs de la Jungfrau et du Viescherhorn, ainsi que les belles vallées de Lauterbrunnen et de Grindelwald. Ce relief met surtout bien en évidence le renversement du gneiss par-dessus les roches stratifiées. Au-dessous de la roche granitique, M. Beck figure successivement des couches de calcaire dolomitique, de quartzite et de schistes; puis le terrain jurassique inférieur avec ammonites radians, et enfin le calcaire oxfordien. La Suisse entière doit être représentée par 150 reliefs géologiques semblables, qui seront faits à l'échelle du 50.000e.

Italie.

Après trente années d'excursions et d'études incessantes dans la partie la plus abrupte des Alpes, M. A. Sismonda (1) vient de publier une belle carte géologique qui, indépendamment du Piémont et de la Ligurie, comprend aussi la Savoie.

Toscane. — M. G. de Mortillet (2) s'est occupé des couches calcaires des environs de Pistoie. Les unes, contenant de grands Inocéramus, sont les plus anciennes et appartiennent au crétacé supérieur; les autres, postérieures aux premières, renferment des nummulites qui ont été rapportées, par M. Meneghini, aux N. Ramondi, Guettardi, variolaria; ce sont celles qu'on trouve dans le calcaire nommé *screziato* par M. Savi, et par conséquent elles appartiennent bien au calcaire nummulitique qui est à la base de l'éocène. Entre ces deux calcaires, qui ont à peu près le même aspect physique et minéralogique, s'en trouve un autre; il est gris bleuâtre, et, en se décomposant à sa surface supérieure, il donne une sorte d'éponge argilo-sableuse qui est très-légère et qui s'écrase sous le marteau. Ce dernier calcaire couronne d'une manière assez constante le terrain crétacé; cependant il paraît que quelques-uns de ses fossiles se retrouvent jusque dans le nummulitique.

Apennins. — M. L. Pareto (3) a présenté une série de coupes de l'Apennin, des bords de la Méditerranée à la vallée du Pô, depuis Livourne jusqu'à Nice.

Monts Euganéens. — M. A. de Zigno (4) a donné la liste suivante des terrains représentés dans les monts Euganéens:

---

(1) *Carta geologica di Savoia, Piemonte e Liguria, publicata per cura del governo di* S. M. Vittorio Emmanuele II (D.).
(2) *Atti della Societa italiana di Scienze naturali in Milano*, décembre 1861 (D.).
(3) *Bull. géol.*, 1861; 100 (L.).
(4) *Académie de Padoue*, 1861, 10 février (L.).

Tertiaire...	Miocène inférieur.....	Calcaires jaunes friables de Teolo; riches en empreintes végétales.
	Éocène.....	Calcaire dit grossolane avec Arenaria calcifera. Calcaire nummulitique à Pentacrinus didactylus d'O.
Craie.....	Sénonien.....	Scaglia supérieur avec Cardiaster atilicus d'O. Ananchytes tuberculatus Dfr.
	Turonien.....	Scaglia inférieur avec Hippurites sulcatus, J. radians, etc.
	Albien.....	Biancone supérieur avec Inoceramus coquandanus et Inoceramus concentricus.
	Néocomien...	Biancone inférieur avec Ammonites, Crioceras, Ancyloceras, Belemnites dilatatus, Terebratula diphyoïdes.
Jurassique..	Oxfordien...	avec Ammonites ptychœcus Qu. Belemnites hastatus. Blocs de marbres gris et rouges.

Allemagne.

SEPT-MONTAGNES. — Les Sept-Montagnes, près de Bonn, sur le Rhin, offrent l'une des régions les plus intéressantes pour les études géologiques. Une description en avait déjà été donnée par MM. d'Œynhausen, Leonhard Horner, Zehler, mais la plus complète est celle de M. de Dechen (1). Ce savant géologue vient de publier une édition nouvelle de son premier travail, et il y a réuni les recherches faites par M. G. von Rath sur la composition minéralogique et chimique des roches volcaniques. L'ouvrage est accompagné d'une carte géologique sur laquelle le relief du sol est représenté par des courbes horizontales qui sont distantes de 100 pieds. Après avoir fait connaître les caractères du terrain dévonien qui, dans les Sept-Montagnes, est le terrain le plus ancien, M. de Dechen passe au trachyte de cette région, qui est devenu classique.

Il distingue le trachyte du Drachenfels (2), contenant de l'orthose sanidine, ainsi que de l'oligoclase, et le trachyte de Wolkenburg, dans lequel il y a seulement de l'oligoclase. Ce dernier trachyte est composé par une pâte gris-bleuâtre avec lamelles d'oligoclase blanc, hornblende noire et un peu de mica ferro-magnésien brun-noirâtre. Il renferme aussi accidentellement de l'augite, du péridot, du fer oxydulé, de la pyrite de fer, quelquefois même du quartz et du zircon. Les minéraux qui se sont développés dans ses druses sont la chaux carbonatée, la pyrite de fer, l'arragonite, la chabasie, la mésotype, l'écume de mer, le fer carbonaté spathique.

M. de Dechen décrit encore la dolérite ainsi que le basalte. La

(1) *Geognostischer Führer in das Siebengebirge am Rhein*, 1861 (D.).
(2) *Revue de géologie pour l'année* 1860. Trachyte, 46.

dolérite prise pour type est celle de Löwenburg, dont nous avons déjà donné les caractères (1).

Les conglomérats trachytiques et basaltiques sont ensuite étudiés ainsi que les filons de trachyte et de basalte qui les traversent. Dans ces conglomérats, le basalte peut être mélangé au trachyte; on en trouve la première trace à la croix de Stenzelberg, et la proportion du basalte augmente à mesure qu'on se dirige vers le nord en s'éloignant des montagnes de trachyte. Le conglomérat trachytique renferme des filons d'opale jaspée ainsi que de la psilomélane; il contient aussi de la sphérosidérite et, de même que dans les monts Dore, on y trouve des débris végétaux.

L'étage des lignites associé aux conglomérats trachytiques renferme beaucoup d'animaux et de végétaux qui ont été bien complétement étudiés : ce sont des mammifères, des oiseaux, des reptiles, des poissons, des insectes, des infusoires et un grand nombre de plantes. Tous ces fossiles sont terrestres ou lacustres; quelques-uns seulement peuvent être d'eau saumâtre, et en l'absence de fossiles marins, il est assez difficile de préciser le niveau des lignites dans le terrain tertiaire. Cependant les recherches de M. C.-O. Weber ont montré que sur 247 espèces de plantes, 127 sont spéciales à cet étage des bords du Rhin; de plus, sur les 120 qui ont été retrouvées ailleurs, 45 appartiennent au Tongrien, 89 au bassin de la Gironde, 72 au bassin de Mayence, 56 à Œningen. D'après leur flore, les lignites des Sept-Montagnes doivent donc être rapportés à l'étage inférieur du miocène; c'est d'ailleurs ce qu'indique aussi l'étude de leur faune.

Au-dessus des lignites se sont déposés les cailloux roulés qui remplissent la vallée du Rhin et qui recouvrent aussi le basalte; ensuite a eu lieu l'éruption du volcan éteint le Roderberg, après laquelle la formation du loess a nécessairement continué, puisqu'il a rempli le cratère de ce volcan.

SAXE. — Des puits artésiens forés dans les environs de Dresde ont fait connaître à MM. Geinitz et Fischer (2) la constitution géologique du sous-sol. Sur la place Antoine, à Dresde même, un premier sondage a donné :

	profondeur. mètres.	épaisseur. mètres.
Terrain de transport	17,00	17,00
Plænner	162,40	145,40
Quadersandstein	183,90	21,50
Rothliegende	265,40	81,60

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1860. Dolérite, 48.
(2) *Sitzungs-Berichte der naturwissenschaftlichen Gesellschaft Isis zu Dresden*, 1861; 120. — *Denkschriften der naturwissenchaftlichen Gesellschaft Isis* (D.).

D'un autre côté, dans une fabrique de papier des environs, on a observé des différences assez grandes, car on a traversé :

	profondeur. mètres.	épaisseur. mètres.
Terre végétale, gros gravier et cailloux roulés. .	6,40	6,40
Marnes argileuses du plæner.	27,70	21,30
Marnes et grès du plæner.	57,00	29,30
Grès vert.	57,80	0,80
Quadersandstein gris avec conglomérat.	60,70	2,90
Argiles rouges du rothliegende.	61,40	0,70

A 57^{m},80 on a reconnu parmi les fossiles brisés ramenés par la sonde : ostrea haliotoïdes (Sow.), ostrea conica (Lam.), ostrea carinata (Lam.), spondylus striatus (Sow.), scyphia isopleura (Reuss) et des dents d'oxyrhina angustidens (Reuss) qui sont caractéristiques de la partie la plus inférieure du Plœner ainsi que de la base du Quader. La ville de Dresde se trouve au centre d'un bassin dont la limite sud est formée par le Plœner des montagnes Plauen et la limite nord par celui de Klotzscha.

Ibbenburen. — M. Heine (1) a fait la carte géologique des environs d'Ibbenbüren. Cette région, située près de la forêt de Teutoburg, montre le terrain houiller, le rothliegende, le kupferschiefer et le zechstein, le grès bigarré, le muschelkalk, le keuper, le lias, le jura inférieur ou dogger, le jura moyen, le jura supérieur et enfin le terrain miocène.

Pays de Bade. — La carte géologique du grand-duché de Bade vient de s'enrichir d'une nouvelle feuille, consacrée aux environs de Bade. A l'appui de cette carte, M. Sandberger a entrepris la description géologique de cette région.

Les terrains les plus anciens sont des schistes sans fossiles appartenant probablement au dévonien supérieur; le gneiss de Gaggenau est plus récent que ces schistes, de même que le granite qui forme des filons dans le schiste et dans le gneiss. Les granites à grain fin et à gros grain de l'Immenstein et de Falkerfelsen sont plus récents que le granite rouge ordinaire et que le granite porphyroïde.

Le terrain carbonifère s'est déposé dans une dépression des granites : on y distingue une zone inférieure avec charbon, une zone moyenne stérile, une zone schisteuse supérieure avec *uronectes*.

---

(1) *Zeitschrift der Deutsch. Geolog. Gesellschaft* (L.).

(2) *Beiträge sur statistik der innern Verwaltung des Grossh. Baden*, XI. — Carlsruhe, 1861 (L.).

Le Rothliegende se lie à l'épanchement des porphyres quartzifères; après ce dépôt eut lieu l'éruption des porphyres à pyrite, qui se distinguent des précédents par leur richesse en feldspath.

La disposition du grès bigarré et du terrain jurassique est tout à fait semblable à celle qui a été dès longtemps si bien décrite pour les Vosges par M. Élie de Beaumont.

Les formations tertiaires ont été retrouvées par des sondages à Cos et Müllenbach jusqu'à 900 pieds de profondeur, mais n'affleurent point dans les limites de la carte.

Au commencement de l'époque diluvienne, la vallée actuelle du Rhin servait déjà de lit aux dépôts tertiaires; le diluvium les recouvrit (à Cos sur une épaisseur de 111 pieds); à côté il se forma des lignites dont les espèces végétales appartiennent à des genres encore existants dans le pays.

Le löss, dépôt limoneux très-puissant, riche en calcaire, avec os de mammouth et coquilles en partie subalpines, caractérise la période moyenne de l'époque diluvienne.

Après ce dépôt seulement s'ouvrirent les vallées de la Lauf, de la Neusatz, de la Bülh, de la Neuweier.

Les sources thermales de Hubbad et Erlenbad sont sur une ligne de fracture nord-sud, ouverte le long de la forêt Noire. Les sources de Bade et de Rothenfels appartiennent à un système caractérisé par sa richesse en chlorure de sodium, sulfate de chaux et localement par de la lithine.

Bavière. — M. Guembel (1) a commencé la description géognostique de la Bavière; la première partie de ce vaste ouvrage est consacrée aux Alpes bavaroises : trente cartes à l'échelle de 1:100.000 y sont attachées. A la description topographique de la contrée succède la description géologique qui se résume dans le tableau suivant :

(1) *Geognostiche Beschreibung des Königreichs Bayern*, 1re partie (L.).

TERRAIN.	ÉTAGES.		ÉQUIVALENTS EN AUTRICHE.
Moderne....	»		»
Quaternaire..	Blocs erratiques. Löss. Cailloux diluviens.		Diluviens.
Tertiaire....	Molasse néogène.	Sable à ossements: Mastodon Angustidens. Mollasse d'eau douce à Helix Moguntina. Mollasse marine à Cytherea albina. Mollasse à empreintes végétales à Myrica salicina.	Néogène: Mollasse miocène (de Richthofen).
	Molasse oligocène.	Couches à cyrénes supérieure à Mytilus aquitanicus. Mollasse inférieure avec coquilles d'eau douce. Couche à cyrénes inférieure avec C. subarata. Molasse à empreintes végétales inférieure. Mollasse marine inférieure (=Fontainebleau).	
	Couches nummulitiques éocènes.	Haring (=gypse parisien). Reit (=sable de Beauchamp). Kressenberg (=calcaire grossier). Inférieures (=Cuise Lamothe).	Grès de Vienne. Flysch éocène (de Richthofen).
Crétacé....	Supérieure avec Belemnitella (Sénonien). *Id.* avec Hippurites cornu-vaccinum (Turonien). Calcaire et marne à Inoceramus (Cénomanien). Grès vert avec Turrilites Bergeri (Albien). Calcaire { à Orbicularis lenticularis, à Caprotina ammonia } (Urgonien). Crétacé inférieur à Toxaster complanatus (Néocomien),		Couches de Gosau. Calcaires. Calcaire à Caprotines. Grès de Vienne. Grès des Carpathes.
Jura blanc..	Jurassique supérieur des Alpes.	Couches de Wertztein à Aptychus lamellosus (Ammergau). Calcaire corallien à Scyphia cylindrica Barmstein.	Couche à Aptychus supérieure.
Jura brun...	Jurassique moyen des Alpes.	Jura rouge à Ammonites biplex et Aptychus latus.	Couche de Klaus.
		Jura gris à Ammonites Lamberti, Ammonites convolutus, Jura blanc de Vils à Terebratula pala, } Callovien.	Jura brun.
Jura noir...	Lias =jurassique inférieur des Alpes.	Lias supérieur. } Couches à Ammonites radians. Lias moyen... } Lias à Ammonites margaritatus et Amm. angulatus. Lias inférieur..	Couche d'Algaü. Calcaire de Hierlatz. Calcaire d'Adneth.
Keuper....	Calcaire supérieur, formation rhétique.	Keuper supérieur, Calcaire du Dachstein } à Megalodus triqueter. Keuper coquillier. — Bonebed à Avicula contorta.	Calcaire du Dachstein. Couches de Kossen.
	Keuper moyen.	Dolomie.	Dachstein et dolomie.
	Keuper inférieur.	Gypse et Rauchwake. Keuper coquillier inférieur à Cardita crenata.	Couches de Raibl. Couches de Halstatt.
		Keuper inférieur et dolomie avec Monotis.	Dolomie de Schlern.
		Salinaria et Ammonites globuleuses.	Couches de Wengen, Saint-Cassian, Partnach.
		Letten-Keuper à Pterophyllum longifolium et Halobia Lommeli.	

Suite du tableau.

TERRAINS.	ÉTAGES.	ÉQUIVALENTS EN AL
6. Muschelkalk. .	Muschelkalk à Encrinus liliiformis.	Calcaire de Virglori Couches de Güttenst
5. Grès bigarré. .	Montagnes de Hasel avec gypse et sel gemme. Grès bigarré à Myophoria vulgaris et Myacites faessansis. Mélaphyres des Alpes.	Couches de Werfe avec sel gem
4. Terrain carbonifère.	Terrain anthraxifère des Alpes.	Couches du Gailth
3. Dévonien. . . .	Couches dévoniennes.	Couches de G
2. Silurien.. . . .	Couches à Cardiola interrupta.	Couches de Di
1. Terrains cristallins.	Schistes azoïques et roches primitives.	»

ARCHIDUCHÉ D'AUTRICHE. — M. Foetterle (1) a commencé la publication d'un atlas géologique de l'empire d'Autriche. La carte de l'archiduché est particulièrement intéressante, car elle donne une partie de la Styrie, ainsi que des couches triasiques de Werfen et de Hallstätt.

HONGRIE. — Dans les Carpathes, une région complétement inconnue a été étudiée dans tous ses détails par M. Peters (2); il a dressé la carte géologique des environs de Rezbanya, des vallées du Körös-Blanc et du Körös-Noir, dans le sud-ouest de la Hongrie. Les terrains signalés dans cette région sont, par ordre d'ancienneté, des schistes micacés, des schistes argileux et de la grauwacke rapportés au terrain carbonifère, des schistes et grès rouges, le grès du lias, le calcaire du lias, le calcaire jurassique et néocomien, les couches de Gosau, le terrain néogène, le diluvium. Parmi les roches éruptives, l'auteur a indiqué des gneiss, des diabases, des porphyres, des syénites, des trachytes, etc.

TRANSYLVANIE. — M. Fr. de Hauer (3) a publié, en collaboration avec MM. A. Bielez, de Richthofen, G. Stache et D. Stur une carte géologique de la Transylvanie (Siebenbürgen), comprenant les

(1) *Geologischer Atlas des Oesterreichen Kaiserstaats*, 1re livraison (D.).
(2) *Sitzungber. des Akad.*, 1861; 385 (L.).
(3) *Geologische Übersichts-Karte von Siebenbürgen* (D.).

pays entre la Hongrie et la Valachie. Cette province présente une constitution géologique qui est extrêmement variée.

M. de Hauer distingue d'abord le granitite, la syénite, la serpentine, la diorite; à la base des terrains sédimentaires se trouvent le gneiss, le micaschiste, les schistes cristallins, et sur certains points du calcaire saccharoïde.

Au-dessus viennent le trias, représenté par un grès, le verrucano, un calcaire et un porphyre; le lias, qui se compose d'un étage calcaire recouvert par un étage de grès; puis du porphyre augitique et ensuite du calcaire jurassique.

Le néocomien se montre seulement en très-petits lambeaux près de Kronstadt; mais on distingue dans les couches supérieures du terrain crétacé le grès ancien des Karpathes, la craie, le Gosau.

L'éocène commence par une formation d'eau douce qui s'observe au nord-ouest et qui est recouverte par le terrain nummulitique, par un conglomérat et ensuite par le grès récent des Karpathes.

Le miocène couvre la plus grande partie de la province; il comprend, en suivant toujours l'ordre ascendant, du gypse et du sel gemme qui sont irrégulièrement distribués, discontinus et accidentels; le trachyte vert (grünstein trachyt), le trachyte gris, le rhyolite (1), le tuf trachytique, le basalte et ses tufs; toutes ces roches volcaniques sont très-développées. Au-dessus viennent des couches marines, le calcaire de Leitha et enfin le miocène proprement dit, formé de sables et de grès, avec des couches à cérites.

On exploite d'ailleurs dans la Transylvanie de l'or, de l'argent, du cuivre, du plomb, du fer, du soufre, du sel, et en outre il s'y trouve diverses sources minérales.

Provinces danubiennes.

Le capitaine Spratt (2) a décrit les dépôts lacustres de la Bessarabie, de la Moldavie, de la Valachie et de la Bulgarie: ces dépôts forment la steppe de la vallée du Danube. On peut y distinguer: 1° un groupe inférieur de couches marneuses blanches, grises et brunes, avec lits endurcis de grès et de marne; 2° un groupe moyen de marnes d'eau douces, avec fossiles semblables aux coquilles actuelles du delta du Danube; 3° un dépôt de transport qui a rempli toute la surface des précédents et donne à la steppe son niveau si uni: dans ce dépôt supérieur, les eaux sont généralement salées, et le sol de la steppe nourrit des plantes marines qui servent à fabriquer de l'alcali.

(1) *Revue de géologie de* 1860 et de 1861: Roches.
(2) *Proceed. Geol. Soc.* — London, 1860; 281 (L.).

Russie.

RUSSIE MÉRIDIONALE. — En 1858, M. Jules Guillemin (1) fut chargé par la grande Société des chemins de fer russes d'étudier la question de l'approvisionnement en combustible tiré du sol russe pour la ligne du chemin de fer Sud allant de Moscou à Théodosie.

Après avoir visité le bassin carbonifère du Donetz, cet ingénieur chercha à déterminer le point d'intersection probable de la ligne du Sud par le prolongement souterrain des couches carbonifères de l'Est. En conséquence il proposa de faire des recherches dans la vallée de l'Orel, et spécialement au village domanial de Pérestchépino, situé dans le gouvernement d'Ekaterinoslaw et à quelques kilomètres seulement du tracé.

Trois ateliers de sondage furent établis; ils fonctionnèrent régulièrement dès le printemps de 1860 jusqu'en juin 1861, époque à laquelle la grande Société abandonnant la ligne du Sud, donna aussi l'ordre de cesser ces travaux.

Les trois sondages ont été exécutés par M. Fauvage, avec des appareils envoyés par MM. Degousée et Laurent; ils ont rencontré les mêmes terrains, qui présentaient toutefois des épaisseurs variables : celui de Pérestchépino, commencé le premier, atteignit la profondeur de 240 mètres, en traversant les couches suivantes :

		épaisseur	profondeur
Terrain tertiaire. . .	Terre noire, argile et sable.	12m,70	12m,70
— crétacé. . . .	Craie tuffeau blanche, grès verts, samawde (1) (nodules de grès avec chaux phosphatée).	113m,90	126m,60
— jurassique. .	Alternance d'argile et schistes noirs.	65m,40	192m,00
— *carbonifère.*	Grès fortement inclinés et sables. . .	48m,00	240m,00

La coupe précédente s'accorde du reste avec les recherches de M. le général Helmersen, du corps impérial des mines de Russie, et avec celles de MM. Borissak et Levakovsky, professeurs de géologie et de minéralogie à l'Université de Kharkow.

Quoique la sonde fût arrivée à la profondeur de 240 mètres, en plein terrain carbonifère, on dût s'arrêter par décision supérieure, quand elle allait sans doute rencontrer le charbon! On ne peut que regretter vivement l'abandon de ces travaux: ils n'en auront pas moins manifesté le fait du prolongement souterrain des couches carbonifères à plus de 200 kilomètres en ligne droite des affleu-

(1) J. Guillemin. *Exploration minéralogique dans la Russie méridionale.*— Voir aussi *Bulletin de la Société géologique de* 1861-62. J. Guillemin et Helmersen (D.).

rements connus; elles ont aussi produit la connaissance d'une nappe d'eau presque jaillissante, située à la base des grès verts du terrain crétacé, près de la couche avec chaux phosphatée qu'on appelle samarode; ce fait n'est pas moins intéressant pour la géologie qu'utile pour l'alimentation des chaudières de locomotives dans un pays qui est généralement dépourvu d'eau de bonne qualité.

Oural. — M. R. Ludwig (1) a exploré le terrain carbonifère à l'ouest de l'Oural, du 58° 55″ au 59° 15″ latitude nord, entre les rivières Lunja, Kisel, Koswa et Uswa, dans le gouvernement de Perm. Parmi les géologues qui l'ont déjà décrit dans cette partie de la Russie, on peut citer MM. Murchison, de Verneuil et de Keyserling, puis le général Hoffmann et M. de Grunewald, qui en ont visité rapidement une partie en 1857 (2).

D'après M. R. Ludwig, voici quelle serait généralement la coupe présentée par le terrain carbonifère de l'Oural :

1. *Calcaire à fusulines.* — Il est recouvert par du grès, des conglomérats et des marnes qui appartiennent au terrain permien. Ce calcaire est ordinairement riche en silice et ses couches inférieures sont seules formées par du calcaire pur. Ses fossiles dans l'Oural sont : Fenestella carinata (M'Coy), Coscinium stenops (Keyslg), Coscinium cyclops, Fusulina cylindrica (Fischer), Productus Humboldti (d'Orb.), Spirifer saranae (de Verneuil), Euomphalus pentangulatus (Sow.), E. Soiwæ (Keyserling), Chemnitzia acuminata (Goldf).
2. *Quartzite schisteux et compacte* avec des bancs subordonnés de schiste argileux; blanc et rougeâtre passant quelquefois au grès. Il est accidentellement tacheté de noir, et il peut contenir des filets très-minces de houille.
3. *Houille.*
4. *Grès* gris et rouge avec des stigmariées, quelquefois avec des couches de schiste argileux, plus souvent avec un conglomérat grossier. Il a été comparé au Millstone-grit.
5. *Argile schisteuse* variant du gris au noir.
6. *Calcaire en couches minces* avec Spirifer Mosquensis, beaucoup de cyatophyllées et de coraux; vers le haut, il devient quelquefois dolomitique. Ses fossiles les plus caractéristiques sont : Cystiphyllum obliquum (Keyslg), Cyatophyllum coniseptum, C. arietinum (Fischer), C. orni ulum (Keyslg), C. ibicinum (Fischer), Harmotites confortus (Keyslg), H. gracilis, H. parallelus (Fischer), H. ramulosus (Pork), Chaetetes radians (Fischer), Spirifer Mosquensis, Productus margaritaceus (Phill.), Productus tubarius (Keyslg), P. semireticulatus (Mart.), Fusulina cylindrica (Fischer), Phillipsia Eichwaldi, Cypridina.

(1) *Geognische und geognostiche Studien auf einer Reise durch Russland und den Ural*, 220. (D.)

(2) *Beiträge zur Kenntniss der Sedimentären Gebirgsformationen in Berghauptmannschaften Jekatherinburg.* — Pétersbourg, 1860.

7. *Argile schisteuse* noire avec *schiste siliceux* et pyrite de fer.

8. *Calcaire* noir en couches épaisses avec Productus giganteus. De nombreux fossiles y ont été signalés : Lithostrotion floriforme (Flemg), Cyatophyllum multiplex (Keysig), Lithodendron fasciculatum (Phill.), Harmotites confertus (Keysig), H. gracilis, H. distans (Fischer), Chaetetes radians, Productus giganteus (Mart.), P. hemisphericus (Sow.), P. striatus, Chonetes comoïdes (Sow.).

9. *Grès quartzeux* et *argile schisteuse*.

10. *Calcaire* jaunâtre cristallin dans lequel on ne rencontre que rarement le productus giganteus et des crinoïdes. On y a observé aussi Productus hemisphericus et Productus striatus.

11. *Argile schisteuse* et *quartzite schisteux* avec des couches de schiste argileux noir et très-riche en charbon.

12. *Grès* au-dessous duquel vient le terrain dévonien. Il est gris verdâtre sans fossiles et ressemble au culm de l'Allemagne ou bien à la grauwake du Hartz.

Le calcaire à fusulines ne repose nulle part sur le calcaire à spirifer mosquensis; il paraît d'ailleurs manquer complétement sur les bords de la Thiussowaja. Dans le Nord, vers le pays de la Petchora, il est au contraire très-développé. Sur plusieurs points, M. R. Ludwig l'a trouvé immédiatement au-dessus du grès à stigmariées.

Du reste, les couches contenant la houille ne s'observent pas sous le calcaire à fusulines, en sorte que ces deux formations pourraient être considérées comme synchroniques. Quant à ces couches elles-mêmes, elles présentent des caractères variables, comme on va le voir par quelques exemples.

A la mine de Nikita Lungenskoi Ugoine, on a seulement une couche de houille, mais elle atteint une puissance de 6 mètres. Elle est schisteuse à sa partie supérieure et sur $1^m,10$ d'épaisseur, elle renferme des troncs aplatis du pinites Merklini (n. sp.) ainsi que des stigmariées. On y remarque aussi une substance charbonneuse qui est filamenteuse. Au-dessous on a 4 mètres à 5 mètres de houille en mottes, une couche d'argile ayant $0^m,07$, puis $2^m,10$ d'une houille semblable à la précédente.

A la mine Nischni-Parogi, on trouve sous le quartzite une argile schisteuse ayant $0^m,35$ et contenant Anodonta uralica, A. obstipa, Cyclas obunculus, Pillularia principalis. Elle recouvre une houille compacte se divisant en cubes et renfermant le pinites Merklini; l'épaisseur de cette houille est de $4^m,25$. Elle repose sur le grès à stigmariées dans lequel il n'y a plus de houille.

Plusieurs couches de houille s'exploitent à la mine Gubacha :

	mèt.
Houille feuilletée avec Pinites Merklini	0,70
Houille très-compacte, se divisant en mottes; elle est à longue flamme et de bonne qualité	2,10
Grès gris, argileux, avec restes de végétaux	0,54
Houille, comme la précédente	2,10
Grès et argile schisteuse	10,00
Houille tendre	1,40

En terminant, M. R. Ludwig compare, au moyen des deux tableaux qui suivent, la faune et la flore que présentent les terrains paléozoïques de l'Oural avec ceux d'autres contrées, notamment de la Russie occidentale et de l'Allemagne :

FOSSILES OBSERVÉS dans LES DIVERS TERRAINS.	Rayonnés.	Brachiopodes.	Pélécipodes.	Gastéropodes.	Céphalopodes.	Crustacés.	Vertébrés.	Somme des animaux.
Silurien . . de l'Oural	2	13	1	2	1	1	»	20
Silurien . . de Pétersbourg	37	91	14	36	30	39	»	247
Différence	35	78	13	34	29	38	»	227
Dévonien . . de l'Oural	2	22	1	»	»	1	»	26
Dévonien . . de Pétersbourg	4	53	12	8	14	2	46	139
Dévonien . . de l'Allemagne centrale	42	57	52	73	81	17	2	324
Différence avec Pétersbourg	2	31	11	8	14	1	46	113
Différence avec l'Allemagne centrale	40	35	51	73	81	16	2	298
Carbonifère de l'Oural	23	37	11	5	12	3	»	91
Carbonifère de la Russie centrale	39	55	31	36	14	4	1	180
Carbonifère de l'Europe occidentale	250	200	250	270	180	40	150	1340
Différence avec la Russie centrale	16	18	20	31	2	1	1	89

FOSSILES OBSERVÉS dans LES TERRAINS HOUILLERS LACUSTRES.	Cryptogames.	Equisétacées.	Fougères.	Lycopodiacées.	Sigillariées et stigmariées.	Conifères, etc.	Somme des plantes.	Mollusques d'eau douce.
Oural	1	»	»	»	3	1	5	3
Russie centrale	1	»	»	3	3	1	8	»
Haute Silésie et comté de Glatz	»	8	30	18	14	2	72	4
Saxe	3	23	69	28	16	15	154	4
Hartz et Thuringe		»	»	»	»	»	160	10
Westphalie	3	30	72	24	12	12	160	23

Dans le terrain silurien de l'Oural, ce sont visiblement les brachiopodes qui dominent; tous les autres mollusques n'y sont représentés que par un petit nombre d'espèces, et il importe de remarquer que les crustacés (tribolites) y sont rares. Les mêmes relations s'observent dans la faune du terrain dévonien de l'Oural. La forme du fond de la mer, l'absence d'îles, une communication entre l'Océan Arctique et la mer qui baignait alors les côtes de l'Oural, étaient peut-être les causes de cette pauvreté de la faune.

Cette pauvreté devient surtout bien évidente lorsqu'on compare le dévonien de l'Oural avec celui de l'Allemagne centrale. Les récifs de coraux, si nombreux dans l'Allemagne centrale, manquent complétement dans l'Oural, aussi bien que les pélékipodes, les gastéropodes et les céphalopodes qui pullulaient autrefois dans les mers plus chaudes de l'ouest.

On sait que les brachiopodes qui vivent à l'époque actuelle recherchent les mers profondes dans lesquelles l'eau se maintient à une température basse et égale; il devait naturellement en être de même à l'époque paléozoïque; en sorte que dans ces temps reculés il existait déjà des différences climatologiques; elles étaient de même ordre que celles de l'époque actuelle et elles réglaient de même la distribution des plantes et des animaux sur notre globe.

Du reste, d'après M. R. Ludwig, le terrain carbonifère de l'Oural présente aussi l'indice d'un climat plus froid. La haute mer de ces contrées était moins peuplée que leurs rivages; mais la faune de l'Oural n'était guère que le dixième de celle vivant dans les mers qui recouvraient alors l'ouest de l'Europe. Les parties de l'Oural et de la Russie centrale qui étaient émergées lors du terrain carbonifère donnent également la preuve d'un climat froid, car les anodontes et les cyclades trouvées par M. R. Ludwig dans le schiste houiller des bords de l'Uswa sont très-petites comparativement à celles de l'Allemagne centrale qui appartiennent à cette époque; il existe d'ailleurs le même rapport de grandeur entre les mollusques lacustres qui vivent actuellement dans l'Oural et en Allemagne. Enfin on peut aussi observer que les plantes, dans les marais carbonifères de l'Oural, se réduisaient à un petit nombre d'espèces, tandis qu'elles étaient très-variées en Allemagne.

Toutefois, d'après M. Ludwig, les conditions nécessaires à la formation de couches de combustibles pouvaient être réalisées aussi bien dans un climat froid que dans un climat tempéré; c'est ce que démontrent les marais tourbeux puissants et étendus qui existent encore maintenant dans le Nord; et, d'un autre côté, les

faits étudiés dans l'Oural n'y indiquent pas une température élevée à l'époque pendant laquelle se déposait le terrain houiller (1).

AFRIQUE.

LIBERIA. — L'État nègre de Liberia, sur la côte d'Afrique, avait envoyé à l'Exposition universelle (2) une petite collection minéralogique donnant quelques notions sur la constitution de son sol. Nous signalerons d'abord du minerai de fer qui était représenté par des échantillons très-riches. Ce minerai est gris d'acier, cristallin, à éclat métallique et associé à des quartzites, dans lesquels il forme des veines. Comme celui de la Scandinavie et de l'Amérique du Nord, il paraît intercalé dans des roches métamorphiques. Une petite loupe de fer spongieux montrait d'ailleurs qu'il est exploité et qu'on en extrait le fer directement, par la méthode en usage dans l'intérieur de l'Afrique et chez les peuples non civilisés.

Indépendamment des quartzites qui accompagnent le minerai de fer, il y a des schistes micacés verts, doux au toucher, ceux qu'on désigne généralement sous le nom de schistes talqueux. Nous indiquerons également des roches granitiques qui contiennent dans leurs druses des cristaux de quartz hyalin, de la tourmaline noire très-belle, ainsi que de grandes lames de mica blanc argenté.

L'exposition de Liberia montrait encore de l'ocre rouge et du jayet ou lignite compacte.

Des argiles provenant sans doute de la décomposition de roches granitiques servent à fabriquer une poterie noire et grossière qui est toutefois assez remarquable.

ASIE.

MER ROUGE. — Dans un rapport à l'Académie, M. Charles-Sainte-Claire Deville (3) a fait connaître les principaux résultats géologiques recueillis par M. Courbon dans une exploration de la mer Rouge.

L'île de Dissée présente des gneiss et des roches métamorphiques

(1) *Revue de géologie de* 1861, 135.
(2) Notes prises à l'Exposition par M. Delesse.
(3) *Compt. rend.*, 1861; LII, 426. (D.)

qui contiennent des cristaux de grenats et sont traversés par des filons de quartz ainsi que de granite. Les côtes de l'île offrent sur un point des madrépores dont les espèces sont encore vivantes dans le voisinage; d'un autre côté dans de petites plaines le sol devient argilo-sableux et salifère.

Dans la baie d'Adulis, en regard de l'île de Dissée, M. Courbon a observé une source thermale à 44°, qui sort des fissures d'une roche trachytique. Elle laisse déposer des cristaux cubiques de chlorure de sodium très-pur, car ce dernier contient seulement 2 millièmes de chlorure de calcium et 1 1/2 millième de sulfate de chaux.

L'île Périm, dont le sommet ne dépasse pas 76 mètres, paraît être le résultat d'une éruption volcanique sous-marine. Des laves auraient d'abord soulevé et disloqué le banc madréporique formant le fond de la mer. A cette époque il y avait à Périm un volcan actif dont le vaste cratère correspondait à la grande baie de l'île; ce volcan a couvert l'île de boue, de cendres, de scories, de pouzzolanes, et en dernier lieu de roches trachytiques. Postérieurement il s'est éteint, et des grès calcaires furent déposés par la mer sur ses flancs; enfin ces grès ont été émergés par un soulèvement lent qui a donné à l'île son relief actuel.

L'île Doomairah, placée à l'opposite de Périm, dans le détroit de Bab-el-Mandeb, présente des obsidiennes noires compactes et d'autres feuilletées, qui sont analogues à celles que M. Ch.-Sainte-Claire Deville a observées à Lipari.

M. Charles Deville remarque en terminant que le bord oriental de la mer Rouge s'aligne avec une précision singulière sur le grand cercle primitif donné par M. E. de Beaumont pour le soulèvement du Thuringerwald, et qu'il est remarquable d'y trouver des traces de phénomènes éruptifs voisins de l'époque actuelle.

Asie Mineure.— M. d'Archiac (1) a examiné les fossiles recueillis par M. Pierre de Tchihatcheff pendant son voyage, exécuté en 1858, dans la partie orientale de l'Asie Mineure et d'une portion de l'Arménie. C'est aux formations tertiaires moyenne et inférieure, et à la formation crétacée supérieure que M. d'Archiac les rapporte. L'espèce la plus commune du tertiaire moyen est le Pecten planicostatus. Le groupe nummulitique est caractérisé par les nummulites Ramondi, perforata, etc. Quant aux dix-huit espèces crétacées, rapportées d'Asie, seize ont leurs identiques en Europe.

---

(1) *Bull. géol.*, 1861; 552. (L.)

Russie asiatique.

LAC D'ARAL. — D'après M. Abich (1), les environs du lac d'Aral offrent la succession suivante dans leurs terrains :

Terrain éocène supérieur.	*f*	Argile sableuse et sable, avec couches marneuses.
	e	Marne grise et verte.
	d	Calcaire gris sableux.
Terrain nummulitique.	*c*	Calcaire nummulitique compacte.
	b	Calcaire nummulitique marneux.
	a	Brèche rouge avec limonite.

Craie supérieure avec Ostrea vesicularis, Belemnitella mucronata, Ananchites ovata, Terebratula carnea, T. semiglobosa, Spatangus, etc.

Dans le bassin du lac Aral, il n'y a point de limite précise entre la faune crétacée et la faune tertiaire. Dans les calcaires crétacés de l'Ust-Jurt, on a trouvé un Aganides (genre voisin du nautile), que M. Abich nomme ustjurtensis, et à propos duquel il rappelle le Nautilus danicus, avec lequel il offre de la ressemblance. D'après M. Abich, l'Ostrea vesicularis se trouverait encore dans la couche *d*, déjà remplie de nummulites.

Des trente-cinq espèces des couches *d*, *e*, *f*, qui surmontent le calcaire nummulitique *c*, il y en a vingt-quatre qui se trouvent dans l'étage parisien de d'Orbigny; les autres sont nouvelles.

Dans la couche *d* se trouvent cependant trois espèces qui, dans l'Europe occidentale, sont exclusivement miocènes.

STEPPE DES KIRGHIZ. — Dans le même mémoire, M. Abich décrit des espèces crétacées provenant de la steppe des Kirghiz, ainsi que des fossiles végétaux tertiaires de même origine. Les espèces crétacées ressemblent à celles du gault européen et se rencontrent dans un calcaire gris et marneux. Les couches de lignite de la steppe sont dans des argiles bleues plastiques: les espèces y sont, d'après M. Heer, identiques à des espèces miocènes de l'Europe moyenne.

ARMÉNIE. — M. H. Abich (2) a encore étudié les terrains de la Haute-Arménie qui sont compris entre la craie et l'époque actuelle; il s'est particulièrement occupé du sel gemme dont il a cherché à fixer la position dans la série géologique. Dans l'Arménie, le terrain

(1) *Mémoires de l'Académie de Saint-Pétersbourg*, 1859 (6e s.), IX, 537. (L.)
(2) *Mémoires de l'Académie impériale des sciences de Saint-Pétersbourg* (6e s.), IX, 60. (D.)

diluvien forme un premier groupe comprenant des dépôts puissants de tuf calcaire et des conglomérats de cailloux roulés. Il renferme les bancs de travertin avec congeria polymorpha et débris volcaniques qui s'étendent sur les hauts plateaux d'Erzeroum, ainsi que les tufs calcaires d'Ani et d'Érivan dans la plaine de l'Araxe. Des brèches volcaniques et des tufs trachytiques ayant une épaisseur considérable lui sont d'ailleurs associés.

Au-dessous du terrain diluvien, on rencontre un deuxième groupe bien distinct qui contient le sel et consiste en conglomérats, grès, marnes bigarrées. Plusieurs de ses couches se distinguent par une richesse exceptionnelle en oxyde de fer, particulièrement les conglomérats et les grès sur lesquels reposent le sel ainsi que les marnes gypseuses. Aussi ce groupe ressemble-t-il à la partie inférieure du trias, et quelquefois même au vieux grès rouge. Au pourtour sud-ouest du bassin salifère de Nachitschevan, les grès et les conglomérats rouges prennent le développement d'un nagelfluhe; tandis que dans le haut de la vallée de l'Araxe la puissance de ces conglomérats diminue, et à l'intérieur du bassin salifère de Kulpi, on n'a plus qu'un grès bigarré ressemblant à un tuf. Dans les bassins de Nachitschevan et de Kulpi, les marnes ne contiennent pas de sel à leur partie inférieure, mais seulement du gypse, du sulfate de magnésie; puis perdant peu à peu leur couleur rouge, elles deviennent gypseuses et argileuses dans leur partie supérieure qui renferme le sel gemme. Près d'Érivan, on exploite le gypse qui est à l'état d'albâtre et cristallisé. D'après les fossiles qui ont été rencontrés dans les grès et dans les marnes, M. Abich rapporte le groupe salifère de l'Arménie au tertiaire moyen et particulièrement à l'étage des fahluns. Le sel gemme de l'Asie Mineure appartient aussi à la même époque.

Un troisième groupe qui se trouve au-dessous du précédent et qui est souvent en stratification discordante avec lui, est formé par le terrain nummulitique. Les roches qui le composent sont des calcaires, des grès, des marnes, des conglomérats. Parmi les nummulites observées dans le bassin de l'Araxe, M. Abich cite, d'après MM. d'Archiac et Haime, Nummulites intermedia, N. lævigata, N. perforata, N. Ramondi. Il appelle spécialement l'attention sur un calcaire corallien qui repose en stratification concordante sur le calcaire nummulitique et qu'il pense devoir être réuni à ce groupe, bien qu'il ne renferme ni nummulites, ni alvéolines. Ses caractères restent constants sur une grande étendue, et il s'observe non-seulement en Arménie, mais encore en Perse et en Turquie. Ce groupe a subi des bouleversements considérables qui sont bien

visibles entre Bayazid, Dyadin et l'entrée sud de la vallée de Maku. Des roches de la famille du gabbro qui lui sont alors associés paraissent être en relation avec ces bouleversements (1).

Inde anglaise.

RANIGANJ. — Le surindendant de la carte géologique de l'Inde, M. Thomas Oldham, a publié un nouveau volume qui contient un mémoire sur la structure et les relations géologiques du bassin houiller de Raniganj (quelquefois nommé bassin de Damuda) dans le Bengale, par M. William T. Blanford (2).

La liste suivante renferme dans l'ordre descendant la récapitulation abrégée des divisions adoptées par l'auteur.

	Épaisseur. mètres.
I. *Groupe de Pauchet supérieur* (groupe de Rajinahal?), formé de grès grossiers et de conglomérats, sans fossiles.	150
II. *Groupe de Pauchet.*— Grès grossiers et argiles rouges; à la base des argiles vertes et grises, avec des grès fins, renferment plusieurs fougères distinctes de celles du groupe de Damuda, Tæniopteris, Sphenopteris, Schizoneura, restes de reptiles et de poissons, Gastheria.	450
III. *Groupe de Damuda.*	
a Série de Raniganj. — Grès fins et grossiers, argiles, couches de houille, avec Vertebraria, Trizygia, Glossopteris, Pecopteris, Schironeura, Phyllotheca, etc.	1.500
b Argiles ferrugineuses. — Argiles noires charbonneuses avec bandes de minerai de fer; fossiles abondants, mais mal conservés; Glossopteris, etc.	420
b Damuda inférieur.— Conglomérats grossiers avec grès blancs, nombreuses couches de houille; Glossopteris, Vertebraria, Leugophyllites, etc.	600
IV. *Groupe de Talchir.* — Grès blancs grossiers, argiles sableuses, conglomérats à la base; fossiles rares, quelques troncs, quelques graines?	2.450

Le groupe de Pauchet avait été considéré, fait remarquer M. Oldham à la suite du mémoire de M. Blanford, comme triasique, parce que l'Estheria qui s'y trouve et qui se rencontre aussi en abondance dans le pays de Nagpur à Mangali, avait été cru identique à l'Estheria minuta; mais M. Rupert Jones n'admet pas cette identité. On a pu espérer de classer les lits de Pauchet en y découvrant des dents et des os; M. Huxley, qui les a examinés, a annoncé

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1861; II, 59.
(2) *Memoirs of the Geological Survey of India* (vol. III, partie 1).— Calcutta. (L.)

à la Société géologique de Londres (le 20 mars 1861) que ces restes proviennent d'amphibies labyrinthodontes et de reptiles dicynodontes. Jusqu'ici on n'a trouvé de restes de reptiles dicynodontes que dans l'Afrique du Sud, dans les lits de Karvo; mais on ignore encore si ces lits à dicynodontes sont triasiques ou permiens : la même incertitude s'attache donc à ceux de Pauchet. Quoi qu'il en soit, ces derniers ne peuvent pas être postérieurs au terrain triasique : par conséquent les lits de Damuda, qui leur sont stratigraphiquement inférieurs, auraient été rangés à tort dans le terrain jurassique par les auteurs qui ont écrit sur ce sujet (Mac Coy, Carter, Hislop, etc.) Les caractères ambigus de la flore de Pauchet ne permettent du reste pas de la classer rigoureusement : elle renferme le genre Schinozeura, triasique en Europe, Sphenopteris, Nevropteris et Tœniopteris, à la fois mésozoïques et paléozoïques. Toutefois M. Oldham est disposé à la considérer comme l'équivalent du Keuper européen; d'un autre côté, il regarde les lits inférieurs de Damuda, dont la flore est différente, comme représentant le permien d'Europe en même temps qu'une partie du terrain carbonifère.

NAGPUR. — La Société géologique a confié à M. Bunbury (1) le soin d'examiner une collection de végétaux fossiles du district de Nagpur. Un premier mémoire contient la description de toutes les fougères et de quelques plantes d'affinité douteuse. La faune de Nagpur est très-pauvre en espèces; elle a beaucoup d'analogie avec celle de la houille d'Australie (2). Les plantes les plus abondantes sont, comme dans ce continent, les Sphenopteris, les Phyllotheca et les Vertebraria. Aujourd'hui encore, la faune de l'Australie tropicale se rapproche de celle de l'Inde, surtout en ce qui concerne les fougères.

L'âge géologique des lits de Nagpur demeure douteux : la faune fossile qui les caractérise rappelle plutôt, aux yeux de M. Bunbury, l'époque jurassique que l'époque carbonifère. Toutefois, elle ressemble à la faune des lits de Damuda, décrits par le professeur Oldham dans ses mémoires sur la carte géologique de l'Inde et celui-ci considère les lits de Damuda comme paléozoïques. M. Oldham s'accorde avec M. Bunbury à regarder les Vertebraria comme des racines, qui auraient joué dans les bassins du Bengale un rôle analogue à celui des Stigmaria dans les bassins d'Europe et d'Amérique.

---

(1) *Quarterly Journal*, 1861; 325. (L.)
(2) *Morris* dans *Strzelecki's New South Wales*.

M. Stephen Hislop (1), qui a fourni à la Société géologique de Londres la collection examinée par M. Bunbury, a présenté également une note sur l'âge du grès fossilifère et du charbon de la province de Nagpur : il les range dans le Jura inférieur, en admettant qu'ils forment peut-être des lits de passage entre le trias et le lias. Les débris d'animaux qu'il y a découverts sont un crâne de Brachyops laticeps (déterminé et décrit par M. Owen), animal allié aux Labyrinthodontes et, suivant M. Huxley, analogue au Metopias du Keuper; des Cypris, de nombreux débris d'insectes, et des poissons que M. Sir P. Egerton considère comme oolitiques.

La flore fossile de Nagpur a, suivant M. Bunbury, une grande analogie avec celle des couches de houille australiennes; mais cette assimilation ne saurait servir à en fixer l'âge, s'il faut en croire M. Clarke (2), qui s'est attaché à prouver qu'on ne peut rapporter avec certitude ces couches houillères d'Australie à l'époque jurassique.

INDE CENTRALE. — Dès 1854, M. Stephen Hislop avait décrit les dépôts tertiaires de l'Inde qui sont associés à des roches trappéennes; et avait cherché à en déterminer l'âge. Il est encore revenu sur ce sujet (3), pour montrer que ces dépôts, intercalés entre les trapps ou inférieurs aux trapps, appartiennent à l'éocène inférieur.

Le dépôt qui se trouve intercalé entre les trapps à Rajamandri s'est formé dans un estuaire marin très-peu profond, qui recevait des eaux douces; les fossiles marins y sont mêlés avec des Physes, des Paludines et des Chara.

Les Pachydermes de l'Inde n'appartiennent pas à une même époque. Ceux de Narbadda et de Phizdura ont été trouvés dans des lits éocènes, ceux des collines de Siwalik dans des couches miocènes supérieures; ceux des bancs de Narbadda ne peuvent appartenir qu'au terrain pliocène.

Le grès supérieur de Nagpur est probablement, comme le trapp au-dessous duquel on le rencontre, un dépôt éocène inférieur. Il ne paraît y avoir eu qu'une éruption de basalte dans l'Inde centrale; le basalte est devenu vésiculaire sous le lit à Physes et nodulaire au-dessus.

Le mémoire est accompagné de la description des coquilles fossiles de Nagpur, par M. Hislop, des insectes fossiles, par M. André

---

(1) *Quarterly Journal*, 1861; 354. (L.)
(2) *Quarterly Journal*, 1861; 362.
(3) *Proceed. of Geol. Soc.*, 1860; 154. (L.)

Murray, et d'une note sur les Cypérides fossiles, par M. Rupert Jones.

Japon.

Fermé pendant si longtemps aux étrangers, le Japon présente aux recherches géologiques un champ tout nouveau qui, sur quelques points, vient d'être exploré par M. de Richthofen (1). Aux environs de Nangasaki, dans l'île Kiusiu, les roches ont une composition minéralogique très-simple; car elles sont formées de schistes cristallins et de trachyte qui est accompagné de conglomérats et de tufs trachytiques.

Les schistes cristallins consistent essentiellement en micaschistes; ils offrent des montagnes d'un aspect particulier ayant des caractères remarqués par les Japonais eux-mêmes qui leur ont donné le nom de *Dsisi-Yama* (montagnes dsisi).

Le trachyte est généralement désagrégé et bréchiforme; il empâte alors de nombreux fragments d'un trachyte gris noirâtre qui est compacte et à grain fin. Ce dernier ressemble le plus souvent à certaines variétés de la Hongrie. M. de Richthofen y signale deux feldspaths, des lamelles d'hornblende, des grains accidentels d'augite. Il y a d'ailleurs plusieurs variétés de trachytes, et elles sont exploitées pour les constructions. A la limite du trachyte et du micaschiste, on ne remarque pas que la première roche empâte des fragments de la deuxième; on ne remarque pas non plus qu'elle s'y injecte en filons. L'altération du micaschiste par la chaleur paraît d'ailleurs être nulle. Près du village Ynassa, se trouve un entrepôt de kaolin qui semble provenir de la décomposition de roches trachitiques. Dans les parties où il est décomposé, le conglomérat trachytique présente, comme dans les Karpathes, des veinules d'opale blanchâtre.

Le conglomérat trachytique des environs de Nangasaki n'offre pas trace de stratification et M. de Richthofen le regarde comme un conglomérat de frottement; mais il n'en est pas de même pour les tufs trachytiques qu'on rencontre à une petite distance. Au bord de la mer, ces tufs présentent des couches qui ont été percées par des coquilles perforantes et qui se trouvent à un niveau bien supérieur à celui des marées; par conséquent, comme dans beaucoup d'autres pays, les côtes du Japon ont éprouvé un soulèvement lent. A la partie supérieure des tufs, on observe des marnes grises avec des veines de lignites, et M. de Richthofen est porté à

(1) *Zeitschrift der Deutschen geologischen Gesellschaft*, XIII, 243. (D.)

croire que toutes ces roches trachytiques appartiennent au terrain tertiaire moyen.

D'autres parties de l'île Kiusiu, et notamment la côte occidentale, ont encore été explorées par M. de Richthofen, secondé par le Dr Pompe van Meerderford de Nangasaki, et par l'un de ses élèves, Siba Ryokai, jeune savant japonais.

La presqu'île Simabara est formée presque entièrement par le volcan Unsen et par ses contre-forts. Ce volcan, qui est un cône régulier d'une beauté remarquable, peut avoir 2.000 mètres de hauteur. Il est inactif depuis plus d'un siècle; mais on prétend qu'à l'époque à laquelle le christianisme fut extirpé du Japon, on précipita les chrétiens dans son énorme cratère qui était alors embrasé.

L'île Ama-K'sa est le prolongement de la presqu'île Simbara. Parmi les roches qui en proviennent nous mentionnerons des lignites qui sont sans doute dans des tufs tertiaires, du kaolin, un grès quartzeux qui sert aux constructions de Nangasaki, du minerai de cuivre qui se trouve dans le micaschite.

Les roches de la principauté Fisen qui sont signalées par M. de Richthofen comme les plus intéressantes sont : l'obsidienne vert foncé de Tako-Yama, les schistes cristallins et chlorités avec fer oxydulé de FukahoriYama, la blende, la galène, la pyrite de fer, la pyrite de cuivre qu'on rencontre à Sado-Yama, et qui est d'ailleurs très-commune au Japon. Dans la principauté Fisen on exploite aussi des lignites qui sont consommés à Nangasaki; mais ils donnent trop de cendres pour être utilisés sur les bâtiments à vapeur.

D'après Mr Siba, il y a dans la principauté Higo un volcan actif, l'Aso-Yama. Il est très-élevé et placé au centre de l'île Kiusiu. Du soufre très-pur, de la pyrite de fer, de l'alun, de l'antimoine sulfuré proviennent de son voisinage. Près d'une autre montagne qui est sans doute également volcanique, on trouve beaucoup de réalgar. Signalons encore dans les montagnes de l'Aso des concrétions ocreuses dans l'intérieur desquelles il y a une masse blanche et grasse que le peuple emploie comme aliment; c'est donc une farine fossile (1).

Parmi les îles sur le côté sud de Kiusiu, il importe surtout de mentionner Inwogasima ou l'île du soufre, dans laquelle s'élève un volcan actif ayant environ 800 mètres de hauteur. De grandes quantités de soufre s'exploitent dans cette île et forment l'une des principales sources de revenu de la principauté de Satsuma.

---

(1) Delesse: *De l'azote et des matières organiques dans l'écorce terrestre*, 141. — Paris, Dunod, 1861.

En examinant les collections de cette principauté qui ont été réunies par le Dr Pompe, M. de Richthofen a surtout été frappé de la ressemblance des roches trachytiques du Japon avec celles de la Hongrie. Ainsi, ces roches sont associées à de l'alunite; de plus elles sont métallifères, et dans certains tufs des fragments de la roche volcanique décomposée se trouvent complétement entourés par des minerais, absolument comme à Felsöbanya et à Kapnik; ces minerais sont d'ailleurs la pyrite de cuivre et la phillipsite (Erubescite de Dana).

OCÉANIE.

Australie.

VICTORIA. — A l'occasion de l'exposition universelle de Londres, M. Selwyn (1) a publié un aperçu très-intéressant sur la géologie de la province Victoria, en Australie. Le sol de la plus grande partie de cette colonie appartient aux terrains paléozoïque et tertiaire; cependant des recherches récentes, notamment celles de M. M'Coy, ont montré qu'il y a aussi du terrain mésozoïque auquel la plupart des couches de houille en particulier devraient être rapportées. Les roches stratifiées de Victoria sont d'ailleurs traversées fréquemment par des roches éruptives qui sont granitiques, trappéennes ou volcaniques. Assez souvent on observe un passage entre ces différentes roches; toutefois tandis que les roches granitiques et trappéennes caractérisent plus spécialement les époques primaires et secondaires, les roches volcaniques appartiennent pour la plupart à l'époque tertiaire.

A la base du terrain paléozoïque de Victoria, on trouve à l'ouest des Grampians un groupe de couches composées de schistes micacés, chloritiques, talqueux et serpentineux avec des masses irrégulières de quartzite brun et des veines nombreuses de quartz blanc.

Ensuite vient le silurien proprement dit dans l'intervalle compris entre les Grampians et l'est de la colonie. Il présente de nombreuses ondulations, mais sa direction la plus habituelle est vers le Sud. Son épaisseur est au moins de 11 kilomètres. Vers la partie supérieure,

(1) *Geology of the Colony of Victoria. — Catalogue of the Victorian Exhibition* 1861; 147. (D.)

il renferme des couches houeuses. L'absence presque complète de calcaires, le grand nombre de veines de quartz aurifère qui traversent ce terrain, enfin les dykes de granite et de trapp qu'on y observe accidentellement, constituent ses caractères minéralogiques les plus saillants.

Il est recouvert par des couches, ayant des empreintes de plantes qui ont été rapportées jusqu'ici au paléozoïque supérieur, mais qui pourraient être du mésozoïque inférieur. Ce sont celles du marais Bacchus, de Ballan, du mont Macédonien, de Koliban, de Wild Duck Creek, de Goulburn, de Gipps Land.

Les couches carbonifères qu'on rencontre ensuite appartiennent d'ailleurs au terrain mésozoïque. On les a reconnues dans divers districts sur une grande surface, notamment au cap Paterson et à Port-Ouest, dans les montagnes du cap Ottway, dans les collines Barrabool, dans la baie de Port-Phillipe, dans le Gipps Land et dans la vallée du Wannon. Leur découverte, qui date de 1828, est due à MM. Hovell et Hume. Les recherches géologiques ont montré qu'elles s'étendent d'une manière continue sous les couches tertiaires et qu'elles couvrent une surface ayant 150 kilom. de longueur sur 30 de largeur, laquelle est comprise entre la rivière Gellibrand et la côte sud-est de la baie du port Phillipe. Une nouvelle espèce d'Unio (U. Dacombii) a été trouvée dans des grès gris-verdâtres recouvrant des veines minces d'une sorte de lignite. D'après M. M'Coy, cet unio serait distinct de ceux du terrain houiller paléozoïque et se rapprocherait beaucoup du type actuel.

Le caractère minéralogique du terrain de Victoria qui contient les couches de houille est bien constant. Il présente des bancs de grès, alternativement tendres et durs, avec des veines argileuses peu marquées. L'épaisseur de toute la série est très-considérable, car elle atteint près de 1000 mètres.

Les roches tertiaires sont les plus importantes à considérer, puisqu'elles occupent plus des deux tiers de la surface totale de la province. Tantôt elles sont au niveau de la mer, tantôt au contraire elles ont été soulevées à des hauteurs de 700 mètres. Elles comprennent un groupe de couches formées de sables, d'argiles, de calcaires, de graviers, de conglomérats. On y retrouve d'ailleurs les caractères paléontologiques de l'éocène, du miocène, du pliocène, ainsi que du pléistocène de l'Europe.

Des roches ignées accompagnent le terrain tertiaire; elles ont le caractère franchement volcanique et il ne paraît pas qu'elles soient antérieures à la fin de la période miocène. C'est pendant la période pliocène que leur éruption était la plus considérable, et

elle s'est continuée jusqu'à une époque qui ne saurait être séparée de l'époque actuelle. Une lave, que l'on appelle *blue-stone*, et qui contient de l'augite, ainsi que du péridot, est très-employée pour les routes et pour les constructions.

Les minerais d'hydroxyde de fer sont très-communs dans les couches pliocènes supérieures. Des calcaires, du gypse, des argiles, des lignites et des résines fossiles doivent encore être mentionnés parmi les roches tertiaires de Victoria.

Enfin, comme on l'a remarqué déjà dans d'autres pays, les sols les plus riches et les plus fertiles paraissent être ceux qui se sont formés par la décomposition des roches volcaniques.

NOUVELLE-GALLES DU SUD. — L'Australie nous présente également dans la Nouvelle-Galles du Sud une formation houillère très-importante sur l'âge de laquelle les géologues sont encore indécis. M. M'Coy la considère comme jurassique de même que celle de Victoria; M. JAMES Dana, le savant minéralogiste, qui a visité la Nouvelle-Galles, la regarde comme permienne; enfin MM. Edward Forbes, Strutchbury et Clarke (1) la rapportent au terrain carbonifère. Suivant ce dernier géologue, la formation houillère de la Nouvelle-Galles du Sud montrerait beaucoup d'analogie avec celles de l'Europe; elle en différerait seulement par l'existence, à cette époque de genres qui ailleurs se montrent dans la formation jurassique, tels que Glossopteris, genre végétal trouvé dans le bassin houiller entre Newcastle et Maitland.

NOUVELLE-ZÉLANDE. — M. Julius Haast (2) a entrepris, par les ordres du gouvernement colonial de la Nouvelle-Zélande, l'exploration topographique et géologique des districts occidentaux de la province dite de Nelson; il en a fait connaître les résultats dans un opuscule qui a été publié dans cette ville même.

En ce qui concerne la topographie, le tableau des altitudes mesurées par M. Haast résume les données les plus importantes.

---

(1) *Bull. géol.*, 1861; 669. — Voir aussi d'*Archiac : Histoire des progrès de la géologie;* VII, 689 et *Revue de géologie pour l'année* 1861; II, 175. (L.)

(2) *Report of a Topographical and Geological exploration of the Western districts of the Nelson province, New Zealand*, by Julius Haast.— Nelson, 1861. (L.)

	mètres.
Brook street-hill près Nelson	732
Col entre les vallées Waili et Motueka	352
Col entre les vallées de Raing river et de Lake-house	697
Lake-house	476
Lac Roto-Iti	564
Mont Robert, plateau septentrional au-dessus du lac	1.416
Mont Robert, sommet	1.843
Affluent des rivières Howard et Roto-Iti	426
Sommet entre Howard et le lac Roto-Roa	1.024
Lac Roto-Roa	487
Mont Modlean	1.106
Mont Murchison, sommet nord-ouest	1.402
Mont Murchison, sommet sud-est	1.453
Plaines de Tiraumea	337
Mont Francis	640
Centre des plaines Marnia	396
Deception-Hill	1.294
Black-Hill	1.381

Chaîne Papahauna.

Mont Rochfort	1.071
Mont William	1.084
Plateau de Coalbrook Dale	574

L'objet de M. Haast était surtout de rechercher le combustible minéral : il cite plusieurs points où l'on en rencontre des couches exploitables. Dans les bassins du Greg et du Buller se montrent des couches de grès et d'argile en alternance, renfermant plusieurs couches de houille tout à fait semblables à celle de Newcastle en Australie ; les argiles sont très-riches en empreintes végétales, dont la plupart appartiennent à des plantes dicotylédones : les familles des Cycadées, Brachyphyllum, Calamites et Zamites sont aussi représentées. M. Haast n'a trouvé qu'une fougère alliée aux Pecopteris et un Equisetum ; le terrain crétacé, caractérisé par de nombreux fossiles, recouvre d'ailleurs le terrain houiller. Les couches du même bassin houiller se rencontrent encore dans la vallée du Buller.

Au mont Rochfort, le terrain houiller a 1.050 mètres d'épaisseur : les argiles y sont surtout riches en voltzia. On retrouve un autre système de couches de houille, dans le détroit de Wanganui, avec des plantes spécifiquement, sinon génériquement différentes, et elles sont également dominées par un puissant ensemble de calcaires et de grès verts appartenant au terrain crétacé.

M. Haast indique encore le terrain tertiaire (miocène) parmi les terrains sédimentaires. En ce qui concerne les roches, il signale un granite ancien qui a fourni des matériaux au terrain houiller, un

porphyre granitoïde, qui a traversé le granite, après le dépôt du terrain crétacé, des diabases et des porphyres postérieurs au terrain miocène.

L'or se trouve, dans la Nouvelle-Zélande, dans un conglomérat ou drift contenant de petites couches de lignite ainsi que dans des alluvions récentes. Il ne dérive pas seulement des roches métamorphiques ou des schistes siluriens; car M. Haast en a recueilli, en lavant des sables, dans des vallées tout à fait granitiques; et par suite il admet que l'or a imprégné aussi les roches plutoniques. La vallée du Buller est aurifère et les dépôts d'alluvion des plaines Matakitaki seront sans doute un jour des placers très-importants.

AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.

Nouvelle-Bretagne.

CANADA. — Les travaux de la carte géologique du Canada continuent à être confiés à la savante direction de sir William Logan (1) et le dernier rapport (2) est consacré à la description des roches de la série laurentienne.

Ces roches sont du même âge que les formations les plus anciennes de Scandinavie et d'Ecosse, et sir Rod. Murchison a donné le nom de laurentien à son *gneiss fondamental* d'Ecosse, antérieur au terrain silurien. La série laurentienne, au Canada, ne le cède pas en importance à la série silurienne : elle renferme trois masses calcaires, dont la plus importante a 500 mètres d'épaisseur, des gneiss, des quartzites, etc.

M. Alexandre Murray dans le même rapport, décrit les terrains qui environnent le lac Huron, et particulièrement les mines de cuivre de cette région.

Le district de Gaspé a été exploré par M. Richardson, et M. Sterry Hunt a analysé les roches éruptives des environs de Montréal.

DU LAC SUPÉRIEUR A L'OCÉAN PACIFIQUE. — Une expédition anglaise, commandée par le capitaine Palliser, explora de 1857 à 1860, la contrée située entre le lac Supérieur et l'océan Pacifique : les résul-

(1) *Géological Survey of Canada.* — Montréal, 1859.
(2) *Silliman's Journal*, 1861; 216. (L.)

tats de cette campagne ont été exposés à la Société géologique de Londres par M. James Hector (1). En voici le résumé :

Dépôts superficiels. — Sous ce titre sont décrits les terrasses du bassin du lac Supérieur, les dépôts superficiels du plateau central, où l'on distingue trois niveaux de prairies, les terrasses des vallées des montagnes Rocheuses et le drift de la côte du Pacifique.

Terrain tertiaire. — Ce terrain n'a été reconnu paléontologiquement que près des collines Cyprès, où l'on a trouvé Ostrea valeniana, une modiole et quelques autres fossiles ; des couches de lignite ont été découvertes à la Roche-Percée, dans la vallée de la Souri.

Terrain crétacé. — Les couches crétacées forment presque toutes les vastes steppes qui s'étendent à l'est des montagnes Rocheuses. En voici la section générale en ordre descendant :

(1) *Quarterly Journal.* (L.)

ASSISES.	LOCALITÉS.
1° Argiles sableuses et grès avec scaphites, Nautilus, Avicula et autres mollusques marins. N° 5 de Meek et Hayden. (Rapport sur le Haut-Missouri.)	Saskatchewan. Roche-Percée. Rivière de la Bataille.
2° Argiles couleur olive, avec veines de minerai de fer argileux. Leda Hindi, Ostrea lugubris, écailles de poissons cténoïdes, tubes d'annélides et restes de plantes. — Hind y a trouvé aussi des Natica, Ammonites, etc. N° 4 de Meek et Hayden.	Forme les terrains coupés par Long-Creek et la rivière Souri. Forked-Creek près l'Assinaboine.
3° Argiles pourpres et brunes feuilletées, avec septaria ferrugineuses et cristaux de sélénite. Baculites, Inoceramus, Pholadomya, Cardium, Exogyra, Astarte, Cytherea, Ammonites. N° 3 de Meek et Hayden.	Fort Ellice, Assinaboine, collines de l'Aigle. Fort Pitt, versant nord des monts Cyprès. Golfe de Géorgie, sur l'île Vancouver, île Saltspring, île Valdez.
4° Grès recouvrant des argiles marneuses, avec lits minces ferrugineux, couches minces calcaires, argiles bleues compactes et argiles sableuses. Ostrea cortex, Ostrea vellicata, Ostrea anomiæformis, Cytherea, Mytilus, Cardium, Venus, Natica, etc., — troncs et racines d'arbres silicifiés.	Hand Hills, Red Deer River, Battle River (?). Non observé sur le versant occidental des montagnes rocheuses.
5° Grand groupe à lignite (ce groupe renferme peut-être des couches tertiaires avec les couches crétacées); grès grossiers et friables, argiles dures, calcaires tendres, nodules ferrugineux, lits de lignite de 3 à 10 pieds : bois silicifié, Taxites. N° 1, de Meek et Hayden, renferme le Wealdien (?)	Rivière du Daim-Rouge, Saskatchewan nord et sud, rivières Athabasca et Pembina, etc. Nanaimo, île Vancouver.
N° 6. Grès vert et conglomérat à la base du groupe à lignites à Nanaimo, contenant : Trigonia Emori, Cytherea Leonensis, Arca, Psammobia, Exogyra, Ostrea, Rostellaria, Pecten, etc. — Jurassique? Schistes bitumineux, combustibles, reposant sur des calcaires et couverts de grès friable. Ce calcaire contient des fossiles jurassiques (?)	Ile Vancouver. Rivière Mackenzie. Saskatchewan nord et Athabasca.

Terrain paléozoïque. — Le calcaire carbonifère flanque des deux parts le massif des montagnes Rocheuses, et se trouve aussi à l'intérieur de la chaîne en massifs isolés.

Le calcaire dévonien forme la partie principale du bourrelet des montagnes Rocheuses.

Le terrain silurien se trouve sur toute la côte occidentale du lac Winnipeg.

Le terrain dit *huronien* s'étend sur les flancs occidentaux des montagnes Rocheuses, forme en partie la chaîne Cascade de la Californie et constitue une grande partie de l'île Vancouver.

Des roches métamorphiques et des granites occupent presque tout l'espace compris entre les montagnes Rocheuses et l'Océan Pacifique : dans la chaîne Cascade se trouvent en grande quantité des roches volcaniques.

Au mémoire de M. Hector sont joints une carte géologique de la contrée qui sépare le lac Supérieur de l'île Vancouver, plusieurs sections et une carte détaillée des environs de Nanaimo.

COLOMBIE BRITANNIQUE. — L'Exposition de Londres (1) montrait d'ailleurs quelques-unes des richesses minéralurgiques de ces contrées encore si peu connues; elles avaient été envoyées par le comité exécutif de Victoria, dans l'île de Vancouver.

Nous signalerons d'abord les gisements d'or natif, qui sont très-abondants dans la Colombie Britannique, tout le long de la rivière Fraser et de ses affluents. Pendant l'année 1861, on y comptait déjà 5.000 mineurs, et l'or qu'ils ont obtenu par le lavage représente une valeur qui s'élève à près de 15 millions de francs.

Du minerai de cuivre provenait d'Alberni Canal et de la rivière Cowitchen; il consiste en cuivre panaché et en pyrite ordinaire de cuivre. Jusqu'à présent on ne l'a pas encore exploité.

Il n'en est pas de même pour le combustible de Nanaïmo, dans l'île Vancouver, qui présente deux couches, l'une de $1^{m},8$, l'autre de $1^{m},2$. Bien qu'il soit dans des terrains peu anciens et qu'il paraisse wéaldien d'après la classification précédente, sa qualité est très-bonne, et il peut servir aux mêmes usages que la houille; on l'emploie en effet pour fabriquer le gaz d'éclairage et pour le service des bâtiments à vapeur.

Enfin, à Nanaïmo, il existe aussi une source salée.

États-Unis d'Amérique.

CALIFORNIE.—MONT DIABLO.—M. A. Remond (2) a donné une description du district du Mont-Diablo, comté Contra-Costa, en Californie, dans lequel on exploite des mines d'une houille tertiaire que

(1) Notes prises à l'Exposition de Londres par M. Delesse. (D.)

(2) *Report of an exploration and Survey of the coal mines, Mount Diablo district.* — San Francisco, 1861. (D.)

nous avons décrite précédemment (1). Lorsque de New-York sur le Pacifique on se dirige vers Clayton, puis sur le mont Diablo, on rencontre successivement le terrain de transport, le terrain tertiaire, et un grès reposant sur le massif de la montagne, qui est composé de serpentine, de jaspe, de roches diallagiques et de greenstones.

Le terrain tertiaire est particulièrement intéressant : ses couches sont bouleversées et plongent vers le Pacifique de 20° à 65°. On y a distingué le pliocène supérieur, formé de débris volcaniques remaniés; le miocène supérieur, qui consiste surtout en couches de grès fossilifères avec venus, ostrea, mytilus, lutraria, pecten, dents de squales et troncs silicifiés; le miocène moyen, puis l'éocène inférieur, qui présente un calcaire blanc et des couches schisteuses bleuâtres avec des lits de calcaire noduleux et bitumineux. C'est au miocène moyen que paraissent appartenir les couches contenant la houille; elles offrent une succession de grès blanc avec des schistes et des veines minces de houille dont trois sont exploitables. L'épaisseur moyenne de la houille est de plus d'un mètre; son altitude s'élève à 400 mètres.

Un fait assurément très-extraordinaire, mais que nous croyons cependant devoir mentionner dans cette revue, parce qu'il a déjà été signalé à plusieurs reprises et aussi parce qu'il importe à la science d'en rechercher l'explication, c'est l'existence d'ammonites dans des couches schisteuses qui se trouvent sous la houille et qui jusqu'à présent sont regardées comme tertiaires d'après l'ensemble de leurs fossiles.

M. Rémond observe qu'on est tout naturellement porté à croire que ces ammonites proviennent d'un terrain secondaire plus ancien; mais il n'a pas rencontré des terrains de cet âge dans le comté du mont Diablo. Plusieurs ammonites, associées à des fossiles tertiaires et provenant de la mine du Diamant noir, appartiennent d'ailleurs à un savant des États-Unis qui est bien connu, M. Whitney. D'un autre côté, M. Rémond déclare qu'il a recueilli une de ces ammonites en place, dans un calcaire coquillier, à 1 mille de distance de Martinez et sur le détroit de Carquinez; une autre, à en juger par la partie conservée, pouvait avoir près d'un mètre de diamètre. Ajoutons enfin que, depuis plusieurs années, le docteur Trask a annoncé qu'il avait trouvé des ammonites et même des baculites dans des roches de Chico-Creek, appartenant également au terrain tertiaire, et regardées par lui comme miocène.

(1) *Revue de géologie pour l'année* 1861 : Roches.

Le terrain du Mont-Diablo, qui jusqu'à présent a été considéré comme de l'éocène inférieur, se compose d'un calcaire blanc qui est lacustre, et de couches schisteuses contenant les ammonites qui sont nécessairement marines; ainsi que l'observe en terminant M. Rémond. si ces dernières couches ne sont pas susceptibles d'être rapportées au terrain secondaire, elles appartiennent du moins à une époque qui est intermédiaire entre le crétacé supérieur et le tertiaire.

NEW-YORK. — Le treizième rapport sur les travaux de la carte géologique de New-York (1) renferme la suite des études paléontologiques de M. Hall. Il y décrit 100 nouvelles espèces siluriennes et dévoniennes, et y crée plusieurs genres nouveaux de brachiopodes; il propose aussi deux genres nouveaux de trilobites pour les espèces du Vermont.

ILLINOIS. — La carte géologique de l'Illinois s'exécute par les soins de MM. Meck et Worthen (2) : ces géologues ont décrit les nouvelles espèces de crinoïdes et d'échinides, ainsi que de mollusques du terrain carbonifère de cet État.

MONTAGNES-ROCHEUSES. — Le docteur Hayden (3) a fait l'esquisse géologique de la contrée où le Missouri et la rivière Roche-Jaune (Yellow-Stone) prennent leur source. Il y signale les granites, les schistes azoïques, les roches éruptives, le grès de Potsdam (silurien), le terrain carbonifère, des dépôts arénacés rouges, des couches jurassiques, crétacées et tertiaires.

NEBRASKA. — Dans le Nebraska, nous signalons le catalogue systématique des espèces jurassiques crétacées et tertiaires de MM. Meek et Hayden (4). Sur 276 espèces décrites, 25 sont jurassiques, 194 crétacées et 57 tertiaires. Les premières se rapprochent de la faune de l'oolite inférieure et du lias d'Europe; parmi les secondes, plusieurs ont été signalées dans le New-Jersey; les dernières sont toutes nouvelles.

---

(1) *Thirteenth Annual Report of the Regents of the University of the state of New-York*, 1860. — Albany. (L.)

(2) *Proceedings Acad. Nat. Sc.* — Philadelphie, 1860. Septembre et novembre. (L.)

(3) *Silliman's Journal*, 1860; 229. (L.)

(4) *Systematical Catalogue of Jurassic, Cretaceous and Tertiary fossils collected in Nebraska.* (L.)

AMÉRIQUE MÉRIDIONALE.

Nouvelle-Grenade.

L'existence du Pholas costata a été spécialement signalée par M. Karsten (1) comme propre à éclairer sur l'âge des Cordillières dans l'Amérique méridionale. En effet, ce mollusque est fréquent dans quelques couches tertiaires qui ont été redressées et portées à une grande hauteur; d'un autre côté, il vit encore maintenant dans les mers tropicales. D'après M. Karsten, ce fait paléontologique seul suffirait pour démontrer que les Cordillières sous l'équateur, dont la hauteur s'élève à plus de 6.000 mètres, ont été soulevées, soit totalement, soit partiellement pendant l'époque tertiaire la plus récente. On sait d'ailleurs que M. Élie de Beaumont l'a établi dans ses recherches sur les systèmes de montagnes.

Chili.

La partie des Cordillières, comprises entre les sources des rivières de Copiapo et de Choapa, a été explorée par M. Pissis (2). Dans tout cet intervalle s'étend un axe syénitique qui est parallèle à la ligne de faîte; de part et d'autre de l'axe on observe des roches trachytiques, puis la série des terrains stratifiés depuis le gneiss jusqu'au lias. Ces trachytes accompagnent partout les syénites, et c'est par des failles parallèles que ces deux roches se sont épanchées.

M. J. Domeyko (3) a trouvé dans le bassin de l'ancien lac de Taguatagua un dépôt quaternaire, avec nombreux ossements de pachydermes. Situé au pied des Andes, ce dépôt présente tout à fait les mêmes caractères que la grande formation pampéenne qui est à 200 lieues de l'autre côté de la chaîne.

---

(1) *Zeitschrift d. deutschen geologischen Gesellschaft*, XIII, 524. (D.)
(2) *Comp. rend.*, 1861; LII, 1147. (D.)
(3) *Comp. rend.*, 1861; LII. 260. — Lettre de M. Domeyko à M. E. de Beaumont. (D.)

Paraguay.

Le Paraguay, si peu connu jusqu'à présent, vient d'être exploré par M. du Graty (1) qui a publié divers documents sur la géographie, l'hydrographie, la météorologie, ainsi que sur les produits minéraux de ce pays. Quelques particularités méritent d'être signalées.

Ainsi, les rives du fleuve Paraguay sont fréquemment bordées par des marais ou par de grands lacs. Au-dessus du fort Olympo, 57° 55 40″ longitude et 21° 1′ 39″ latitude, dans l'endroit nommé Salinas, ces lacs se dessèchent pendant l'étiage du fleuve; et alors, comme nous l'avons vu précédemment, leur fond se couvre d'abondantes efflorescences d'un sel marin qui est de bonne qualité (2).

Les montagnes du Paraguay appartiennent aux terrains paléozoïques et sont en grande partie constituées par un grès rouge qui est accompagné de trapp, de basalte, de trachyte, de roches granitiques. Les Cordillières au nord d'Amanbay présentent des calcaires compactes et magnésiens à Ytapucumi, et des calcaires argileux à Pena Hermosa. On trouve aussi de l'anhydrite, et à Villa-Franca il y a du gypse.

A Pan de Azucar, des montagnes isolées, ayant la forme de pain de sucre, sont constituées par une belle syénite, à grands cristaux et à orthose fauve qui ressemble à celle des ballons des Vosges (3).

Les roches métamorphiques sont développées et représentées par des schistes argileux et micacés, des gneiss, des quartzites, des calschites et des calcaires saccharoïdes.

D'après M. du Graty, on n'a pas encore rencontré un seul fossile dans les roches du Paraguay; on comprend donc combien il est difficile de préciser leur âge.

---

(1) *La République du Paraguay*, par M. A. Du Graty. — Bruxelles. (D.)
(2) *Revue de géologie pour l'année* 1861; II, 81.
(3) *Annales des mines*, 1848; XIII, 667.

CARTE GÉOLOGIQUE DU GLOBE.

Enfin M. J. Marcou (1) a publié, comme l'avait fait antérieurement M. A. Boué, une carte géologique qui embrasse le globe tout entier. Elle est exécutée d'après la carte topographique de M. Ziégler qui est à l'échelle du 23.000.000^{me}. Les parties explorées ont seules reçu des teintes et les résultats obtenus dans les voyages géologiques les plus récents ont tous été mis à profit.

Voici les divisions principales adoptées par l'auteur; elles sont au nombre de huit;

Terrains modernes (récent, quaternaire).
Id. tertiaires (pliocène, miocène, éocène).
Id. secondaires (crétacé, jurassique).
Id. du nouveau grès rouge (triasique, dyasique).
Id. carbonifère (houille et grès, calcaire carbonifère).
Id. de grauwake (vieux grès rouge ou dévonien, silurien, taconique).

Les roches plutoniques, telles que le granite, la syénite, le porphyre, le greenstone, ainsi que les schistes cristallins, le gneiss et les roches métamorphiques sont toutes réunies sous la même teinte.

Une autre teinte est affectée au trachyte, au basalte, aux laves et en général aux roches volcaniques.

Une légende spéciale indique les pays dans lesquels les roches prises pour types sont le mieux caractérisées.

---

(1) *Carte géologique de la terre; — Geological Map of the World.* — Winterthur. 1861. (D.)

TABLE ANALYTIQUE DES MATIERES.

PRÉFACE.

Pages.

Division adoptée. 1

PREMIÈRE PARTIE.

PRÉLIMINAIRES.

Ouvrages de géologie. 2

Divers systèmes de cartes.

Cartes topographiques. 5
Reliefs isopédiques. 6
Cartes agricoles. 7
Cartes agronomiques. 7
Département du Lot, Hollande, Suède. 8
Russie. 10
Cartes géologiques. 12
Mode d'exécution de celle de l'Italie. 12
Cartes hydrographiques et géologiques. 13
Cartes hydrologiques et géologiques. 14
Cartes géologiques souterraines. 15
Tableaux géologiques. 17

PHÉNOMÈNES ACTUELS.

Produits atmosphériques.

Poussières dans les eaux de pluie. 20

Terres végétales.

Leur classification. 21
Étude sur la terre végétale provenant d'un sous-sol granitique et sur les substances contenues dans ses eaux courantes. 22

Pages.
Influence du sol sur la végétation. 23
Influence des forêts sur les crues des cours d'eau. 24
Éboulements. 26
Comparaison de la température dans l'air et dans le sol. 26

Produits aqueux solides.

Propriétés de la glace. 27
Phénomènes relatifs aux glaciers. 27
Congélation de l'eau salée. 31

Produits aqueux lacustres.

Variations dans le régime du Tibre. 32
Lacs salés. 32
Variations séculaires dans la salure des lacs et des mers. 33

Produits aqueux marins.

Variations dans la composition de l'eau des mers. 33
Anciens rivages. 36
Dépôts littoraux. 36
Marais littoraux. 37
Mollusques marins vivant à de grandes profondeurs. 38

PRODUITS INTÉRIEURS.

Eaux souterraines.

Nappes souterraines. 40
Variations dans la composition des eaux souterraines. 41
Puits artésiens. 42

Eaux minérales. 45

Plombières. 45
Amélie-les-Bains. 46
Pyrénées. 47

Produits des sources minérales.

Boues ferrugineuses. 48
Chabasie. 48
Concrétion silicatée et sulfatée. 49
Hydrosilicate de fer. 49
Hydrosilicate de cuivre. 49
Minéraux divers. 50
Pétrole : Mer Caspienne, Amérique du Nord. 50

Volcans.

Stromboli. 54

Pages.
Vésuve. 54
Thallium dans les émanations volcaniques. 55

Tremblements de terre.

Chili. 55
Antilles. 55
Relations des tremblements de terre avec divers phénomènes. 56

Systèmes de montagnes.

Répertoire d'altitudes. 57
Apennins. 58
Caucase, Arménie, nord de la Perse. 58
Contournements et renversements. 60

DEUXIÈME PARTIE.

Propriétés générales des roches.

Dilatation. 62
Eau d'imbibition. 62
Eau de carrière. 64
Action de l'eau chaude sur les roches. 66
Association des minéraux. 68
Enveloppement des minéraux. 68
Analyses des roches. 68

ROCHES.

Roches carbonées.

Combustibles. 69
Relations de la paraffine avec les combustibles qui la fournissent. 70
Lignite. 70
Houille : Moselle, Oural, Californie. 71
Graphite. 73
Schiste bitumineux. 73
Schiste graphiteux. 74
Ambrite 74
Guano de Patagonie. 75

Eau.

Neige. 76
Eaux douces. 77
Eaux salées. 78

Pages.
Eaux minérales sulfatées sodiques. 79
Eaux minérales ferrugineuses. 80
Eaux minérales arsenicales. 81

Roches salines.

Sel. 81
Makite. 82

Roches calcaires.

Chaux phosphatée. 83
Calcaire avec chaux phosphatée. 83
Gypse. 83
Alm. 84
Calcaire magnésien. 85
Marne magnésienne. 85
Écume de mer. 86

Roches siliceuses.

Sable. 86
Silice gélatineuse. 86
Silice plastique. 86
Quartzite micacé. 87

Roches argileuses.

Argiles. 88
Schiste calcaire. 89

Roches de micaschiste.

Schiste micacé. 90
Micaschiste. 90

Roches feldspathiques.

Syénite. 90
Foyaïte. 91
Haüynite. 91
Trachyte. 92
Phonolite. 93
Hypérite. 93
Timazite. 93
Trapp. 94

Aérolithes.

Fer météorique. 95
Météorite. 95

ROCHES MÉTALLIFÈRES.

Aluminium.

Pages.

Cryolite 97

Manganèse.

Minerai du Paraguay 97

Fer.

Pyrite de fer : Gard 98
Hématite : Glamorgan, Imméréthie 98
Limonite : Bavière, Russie 99
Fer spathique : Sommerset 100
Minerais de fer : Norwège, Lombardie 101

Zinc.

Blende 102
Minerais de zinc : Nord de l'Espagne 102

Cuivre.

Cuivre sulfuré : Rio-Tinto 104
Minerais de cuivre : Santander, La Jamaïque 105
Grès cuprifère : Saint-Avold, Perm, Corocoro 106

Mercure.

Wall' Alta 108

Argent.

Chanarcillo 110

Plomb et argent.

L'Argentière 114

Or.

Pays de Galles 115
Macugnaga 115
Nouvelle-Galles du Sud et Victoria 115
Autres gisements 118

Minerais divers.

Barcelone 119
Ile de Sardaigne 120
Hongrie et Transylvanie 121

MODIFICATIONS DES ROCHES.

Pseudomorphisme.

Pages.
Amphigène. 124
Production de pseudomorphoses. 124

Décomposition.

Sulfates. 125
Argile. 125
Minerais de fer. 126

Métamorphisme.

Naphte et grès calcaire. 127
Houille changée en coke. 128
Schistes métamorphiques. 128

GÉOGÉNIE.

Système du monde dans l'hypothèse d'une diminution des masses 129
Aérolithes. 131
Diverses périodes de la terre. 132
Comparaison de l'eau souterraine avec l'eau superficielle. 134
Eaux thermo-minérales 135
Combustibles. 135
Gypse. 141
Carbonate de chaux. 143
Coccolithes et morpholithes calcaires. 149
Quartz. 150
Feldspath. 150
Granite. 151
Trachyte et basalte. 152
Or. 152
Minerais divers. 154
Métamorphisme des roches éruptives. 158
Glaciers antérieurs à l'époque actuelle : 159
Mont-Dore. 160
Norwége. 161
Alpes. 163
Lombardie. 165
Pays de Galles. 166

TROISIÈME PARTIE.

PALÉONTOLOGIE.

Pages.
Passage de certaines espèces d'un terrain dans un autre. 167
Transformation des espèces. 169
Foraminifères. 170
Brachiopodes. 171
Travaux divers de paléontologie. 172
Les êtres organisés ont éprouvé des changements analogues dans les deux hémisphères. 174

TERRAINS PALÉOZOÏQUES.

Terrain silurien.

Taconique. 177
Amérique. 177
Silurien proprement dit. 186
Écosse. 186
Loire-Inférieure. 187
Saxe, Russie. 187

Terrain dévonien.

Maine-et-Loire, Belgique, Moravie. 188
Flore antécarbonifère du Nouveau-Brunswick, du Maine et du Canada. . 189

Terrain carbonifère.

Nord de la France, Saint-Étienne, Russie. 190
Polypiers et Bryozoaires. 190
Crustacé. 191

Terrain permien.

Yorkshire. 191
Dyas. 192
Faune. 194
Flore. 195

TERRAINS MÉSOZOÏQUES.

Terrain triasique.

Cheshire et Warwickshire. 196
Weimar. 196

Pages.
Foraminifères. 197

Limite entre le trias et le lias. 198
Angleterre. 198
Bourgogne. 199
Hanovre et Brunswick. 200
Alpes Bavaroises. 200
Pennsylvanie. 202

Terrain jurassique.

Lias. 203
Aisne, Ardennes, Moselle. 203
Hierlatz. 204
Lombardie. 205
Flore liasique. 205

Oolite inférieure. 207
Cher, Côte-d'Or, Bassin du Rhône, Provence. 207

Oolite moyenne. 209
Corallien du Calvados. 209

Oolithe supérieure. 209
Ichthyosaurus Cuvieri. 209

Terrain jurassique en Russie. 209
Mers jurassiques. 210

Terrain crétacé.

Sarthe. 210
Entre la Loire et le Cher. 212
Bassin de l'Adour, Provence et sud-ouest de la France. 212
Limbourg. 215
Nord-ouest de l'Allemagne. 215
Suisse. 216

TERRAINS KAINOZOÏQUES.

Terrain tertiaire.

Languedoc. 217

Eocène 217
Armissan. 217
Bassin de Paris. 218
Empreintes d'animaux dans le gypse. 218
Lignites dans la Saxe et la Thuringe. 219

Pages.
Miocène. 219
Eure-et-Loir. 219
Midi de la France. 219
Mayence. 219
Baltavar. 219
Pikermi. 220

Pliocène. 221
Anvers. 221

Flore du terrain tertiaire. 222
Étages sidérolitiques. 225

Terrain diluvien. 226

Adour. 227
Néerlande. 227
Cavernes à ossements. 228
Faune diluvienne. 228
Macrauchenia boliviensis. 229
Coexistence de l'homme et des animaux antédiluviens. 230
Habitations lacustres. 234

QUATRIÈME PARTIE.

CARTES ET DESCRIPTIONS GÉOLOGIQUES.

EUROPE.

Royaume-Uni.

Irlande. 236
Écosse. 237
Angleterre. 239

Espagne.

Oviédo. 241
Madrid. 241
Barcelone. 242
Sierra de los Santos. 243

Pages.

France.

Cotentin. 246
Ville de Paris. 249
Bassin de Paris. 250
Loiret. 252
Meurthe 253
Moselle. 256
Vosges. 256
Creuse. 258
Ardèche. 260
Vaucluse. 260
Pyrénées. 260
Corbières. 260
Maurienne et Alpes. 261

Suisse. 263

Italie.

Toscane. 264
Apennins. 264
Monts Euganéens. 264

Allemagne.

Sept-Montagnes. 265
Saxe. 266
Ibbenburen. 267
Pays de Bade. 267
Bavière. 268
Archiduché d'Autriche. 270
Hongrie 270
Transylvanie. 270

Provinces danubiennes. 271

Russie.

Russie méridionale. 272
Oural. 273

AFRIQUE.

Liberia. 277

ASIE.

Mer Rouge. 277
Asie mineure. 278

Russie asiatique.

Pages.
Lac d'Aral 279
Arménie. 279

Inde anglaise.

Raniganj. 281
Nagpur. 282
Inde centrale. 283

Japon. 284

OCÉANIE.

Australie.

Victoria. 286
Nouvelles-Galles du Sud. 288
Nouvelle-Zélande. 288

AMÉRIQUE SEPTENTRIONALE.

Nouvelle Bretagne.

Canada. 290
Du lac Supérieur à l'océan Pacifique. 290
Colombie Britannique. 293

États-Unis d'Amérique.

Californie : Mont Diablo. 293
New-York. 295
Illinois. 295
Montagnes rocheuses. 295
Nebraska. 295

AMÉRIQUE MÉRIDIONALE.

Nouvelle-Grenade. 296
Chili. 296
Paraguay. 297

Carte géologique du globe. 298

TABLE ALPHABÉTIQUE DES AUTEURS.

Abich, 50, 58, 78, 79, 82, 85, 99, 127, 205, 279.
Adams, 130.
Agassiz, 27, 163, 170.
Alberti, 202, 256.
Alibert, 73.
Archiac (d'), 20, 168, 203, 210, 217, 222, 260, 262, 278.
Auerbach, 139.

Babinet, 33.
Bailey, 39.
Barrande, 168, 175, 178, 182, 186, 187, 242, 291.
Bardin, 7.
Bastelaer (Van), 97.
Baudinot, 114.
Bauza, 102, 105, 119, 243.
Bayle, 221.
Beck, 263.
Becquerel, 25.
Belgrand, 25, 41, 77.
Bellaud, 25.
Beneden (Van), 221.
Beningsen-Forder (de), 234.
Bergemann, 124.
Bernouilli, 71.
Bignon, 102.
Billequin, 70.
Billings, 179.
Binkhorst (de), 213.
Binney, 193.
Birkmyre (William), 114.
Bischof (G.), 135, 152.
Blanford (William T.), 281.
Blum (R.), 91.
Bornemann, 68, 96.
Borissak, 272.
Boubée, 47.
Boucher de Perthes, 230, 232, 234.
Boué (A.), 298.
Boussingault, 25.
Braconnot, 255.
Braun, 205.
Breithaupt, 68, 93, 95, 122, 150.
Brewster, 68.
Bronn, 2, 168.
Brough Smith, 116.
Bruno Kerl, 96.
Buchner, 95.
Bunbury, 282.
Bunsen, 88, 132, 151.
Bureau, 187, 188.

Caillaud, 187.
Caillaux, 164.
Callon, 102, 14.
Calvert, 62.
Candolle (de), 23.
Cantégril, 25.
Carpenter (William), 171.
Casiano de Prado, 241.
Cassini, 244.
Caumont (de), 23.
Cessac (P. de), 258.
Chancourtois (E. de), 57.
Charpentier, 27.
Chevreul, 18.
Choubine, 108, 114.
Claraz, 26.
Clarke, 176, 288.
Collomb (Ed.), 163, 264, 281.
Constant-Prévost, 3, 18.
Coquand, 24, 212.
Cornalia, 163.
Cotta (Bernard de), 27, 94, 96, 121, 154.
Cotteau, 2, 172.
Courbon, 277.
Curioni, 101.
Cuvier, 3.

Dalimier (Paul), 246.
Dana, 4, 38, 175, 288.
Darwin, 38, 169, 229.
Daubeny, 135.
Daubrée, 45, 48, 134.

Dausse, 25, 42.
Davidson (Thomas), 173.
Dawson, 189.
Dechen (de), 162, 265.
Delafosse, 4.
Delanoue, 232.
Delaunay, 130.
Delbos, 229.
Delesse, 2, 14, 16, 40, 42, 62, 79, 83, 123, 134, 141, 245, 249, 250, 255, 277, 294.
Desbief, 73.
Des Cloizeaux, 4, 49.
Deshayes, 168, 172.
Deslongchamps, 229.
Deshoyers, 218.
Desor, 27, 163, 164, 166, 232, 234.
Dewalque (G.), 188.
Dieffenbach (O.), 126.
Dollfus, 208.
Domeyko, 55, 296.
Dorlhac, 73.
Dormoy (Émile), 199.
Dorsey, 149.
Dru, 16, 42, 254.
Dufour (S.), 151.
Dufrenoy, 245.
Dujardin, 171.
Dumas, 77.
Dumont, 188.
Dumortier, 207.
Dunker, 173.
Duponchel, 37.
Dupont (E.), 3.
Durrwell (E.), 256.

Ebray, 207, 212.
Edwards (A.), 75.
Egloffstein (von), 5.
Ehrenberg, 149.
Eichwald, 187.
Élie de Beaumont, 3, 21, 55, 57, 89, 106, 135, 136, 140, 185, 210, 245, 255, 268, 296.
Emmons, 177, 291.
Escher, 262.
Étallon, 173.
Évans, 70, 231.

Fallou, 21.
Faraday, 27.
Favre, 60, 215, 261.
Fellenberg, 121.
Fischer, 266.
Fœtterle, 270.
Forbes, 27, 38, 47, 108, 229, 288.
Forchhammer, 33, 235.
Foucault (L.), 27.
Fourcy (E. de), 252.
Fournet (J.), 90.
Francqui, 85.
François (J.), 43, 47, 50, 135.
Franke, 74, 76, 94.
Fremy, 69.
Fromentel (de), 173.

Gaillardot, 255.
Gastaldi, 163.
Gaudry, 168, 220.
Gauldrée-Boileau, 51.
Geikie, 185, 186, 237.
Geinitz, 76, 91, 187, 192, 194, 195, 266.
Genth, 154.
Gerstenberger, 75.
Gervais, 217, 219.
Gobel, 206.
Godwin-Austen, 239, 240.
Gœppert, 68, 189, 190, 205.
Gosselet, 187.
Gottfriedt (Maurice), 127.
Goubert (Émile), 208, 218.
Gras (Sc.), 21, 208, 226, 260.
Graty (du), 81, 85, 207.
Greg (R. P.), 95.
Greppin, 258.
Grunewald (de), 273.
Guembel, 200, 268.
Guillebot de Nerville, 199.
Guillemin (Jules), 272.
Guiscardi, 54.
Guyon, 81.

Haast (Julius), 288.
Haidinger, 91, 96, 131.
Hall, 178, 184, 291, 295.
Hamet, 73.
Harkness, 187, 193, 289.
Haton de la Goupillière, 109.
Haughton (S.), 95.
Hauer (de), 104, 105, 201, 270.
Hayden (C. de), 295.
Hébert, 207, 210, 219.
Hector (James), 290.
Heer (O.), 218, 219, 222, 268.
Heine, 267.
Helmersen (le général), 126, 190, 272.
Henwood (J.), 110.
Hermann Kopp, 2.
Heusch, 72.
Heuser, 26.
Hislop, 202, 283.
Hochstetter (de), 74.
Hoffmann, 273.
Hogard, 46.
Hörbye, 162.
Hörner, 93.
Hovell, 287.
Hull, 196, 240.
Hume, 287.

Hunter, 202.
Huxley, 149, 229, 281.

Iwannow (le colonel), 128.

Jacquot (E.), 107, 256.
Janisch, 75.
Jannetaz, 86.
Jeandel, 25.
Johnson (R.), 62.
Jones, 171, 197.
Jourdan, 225, 257.
Jukes, 236.
Justus Roth, 68.
Jutier, 45, 49, 79.

Karsten, 296.
Kauer, 43.
Keene (W.), 86, 116, 125, 128.
Kennet Loftus, 78.
Kenngott, 2, 96.
Keilhau, 128.
Kersten (G.), 187.
Keyserling (de), 192, 260, 273.
King, 192.
Kirchoff, 132.
Kirkby, 191, 195.
Kitchen Parker, 168.
Kjerulf (Th.), 78, 101, 161.
Kluge, 56.
Kœchlin-Schlumberger, 256.
Koch (Al.), 119.
Koristka (Ch.), 6.
Kröber, 108.
Kuhlmann, 124.
Kupffer (A.), 12.

La Forest (de), 51.
Lamanon (de), 142.
Lamarck, 169.
Lambert, 77.
Lambron, 47.
Lamy, 55.
La Place, 131.
Lartet, 220, 232.
Laugel, 2, 219.
Laur (P.), 152.
Leblanc, 250.
Lecoq, 23, 134, 160.
Leech, 231.
Lefort, 45, 49, 77, 79.
Le Jolis (A.), 23.
Lennier, 209.
Leonhard, 2, 265.
Le Play, 135.
Le Play (Albert), 22.
Leseure, 190.
Levakowski, 272.
Levallois, 253.
Le Verrier, 130.
Levy (J.), 256.
Leymerie, 46, 47, 142, 227.
Lipold, 188.
Loessl (le chevalier Fr. de), 6.
Logan (sir W.), 51, 179, 184, 290.
Lorenz (le docteur), 17.
Loriol (de), 214.
Lory, 60, 71, 83.
Loustau, 218.
Lowe (G.-C.), 62.
Loysel, 255.
Luca (de), 20.
Ludwig (R.), 48, 100, 126, 135, 156, 174, 190, 273.
Lyell (sir Charles), 3, 140, 167, 200, 221.

Mairand, 36.
Malaguti, 4, 75.
Marcel de Serres, 36.
Marchand, 47.
Marchese, 120.
Marcou (J.), 71, 181, 192, 298.
Marmora (le général A. de la), 120.
Martin, 200.
Martins, 27, 163.
M'Coy, 174, 286, 288.
Meck, 295.
Meerderford (docteur Pompe van) 285.
Melleville, 232.
Meneghini, 264.
Meyer (H. de), 173, 194.
Michelin, 173.
Mille, 250.
Milne Edwards (Alphonse), 39, 173.
Missaghi, 95.
Möhler, 68.
Moore (Charles), 198.
Morris, 175.
Mortillet (de), 163, 166, 264.
Müller (Alb.), 60.
Müller (Richard), 94.
Müller (H.), 96.
Mulot, 16, 42, 254.
Münster (von), 202.
Murchison (sir Roderick), 177, 180, 185, 186, 192, 236, 237, 273.
Murray, 284, 290.
Mylne (Robert), 13.

Naumann, 2, 76, 124, 194.
Nerée Boubée, 4.
Nicol, 238.
Nogués, 212, 260.
Nyst, 221.

Œnyhausen (d'), 265.
Oldham, 96, 281.
Omboni, 165.
Oppel, 202, 204.

Orbigny (d'), 171, 172, 209, 210.
Owen, 229.

Pagels, 125.
Paglia, 163.
Palmieri, 54.
Pareto (L.), 264.
Parker, 171, 197.
Parody, 81.
Parolini, 163.
Payen, 70.
Percy, 86, 88.
Perrey, 56.
Peters, 270.
Petitgand, 102, 243.
Phillips, 192.
Phipson, 99.
Pictet, 215, 232.
Piette (Édouard), 203.
Pillet, 60, 261.
Pirona, 163.
Pissis, 55, 296.
Poggiale, 77.
Ponzi (G.), 32, 58.
Pourriau, 26.
Prestwich, 230, 239.

Rammelsberg, 91, 96, 124.
Ramon-Pellico, 241.
Ramsay, 166.
Rath (G. von), 92, 265.
Raulin, 250.
Ravin (E.), 23.
Readwin (T.), 115.
Remond (A.), 72, 293.
Renzino, 107.
Reuss, 213.
Rhodius, 107.
Richardson, 290.
Richthofen (von), 154, 270, 284.
Ricqlès, 98.
Rink, 161.
Rivot, 4.
Robert (E.), 234.
Rœmer (Ferd.), 183, 187.
Roger (E.), 129.
Rogers, 98, 100.
Rordam, 162.
Rose (G.), 93, 143, 148, 150.
Rüdorff, 31.
Rupert Jones, 168, 281.
Rütimeyer, 234.

Sainte-Claire (C. de), 8.
Sainte-Claire-Deville (Ch.), 54, 55, 135, 277.
Sainte-Claire-Deville (H.), 97, 155.
Salter, 191.
Sandberger, 219, 267.
Sars, 161.
Saussure (de), 60.
Savi, 264.
Schimper, 257.
Schleiden, 68.
Schlonbach, 200.
Schmid, 68.
Schumard, 184.
Schwaberau, 220.
Sedgwick,
Seebach (Charles de), 196.
Sefström, 161.
Sella (Quintino), 12.
Selwyn, 32, 116, 286.
Sendtner, 84.
Senft (F.), 143.
Shepard, 96.
Sillimann (B.), 95.
Simon, 106.
Smith (J.-L.), 95, 131.
Sœmann, 133, 208.
Sonklar (Ch. de), 6.
Sorby (Clifton), 149, 239.
Spezia Antonio, 115.
Spratt (le capitaine), 271.
Stache (G.), 270.
Stapff, 108.
Staring, 9, 227.
Stein (W.), 72, 99.
Sternberg, 205.
Stoliczka, 204.
Stoppani, 163, 200.
Streffleur, 6.
Strombeck, 213.
Strutchbury, 288.
Stübel, 54.
Studer, 60.
Stur (D.), 270.
Suess, 172, 204, 220.
Sun (Ch.), 7.

Tamnau, 71, 93.
Tchihatchef (de), 54.
Tellef-Dahll, 101.
Terquem, 203.
Terreil (A.), 87, 89, 90.
Thirria, 45, 257.
Thomson, 27.
Thoré, 250.
Thurmann, 23, 173.
Trask (le docteur), 296.
Trautschold, 139, 209.
Triger, 172, 210, 250.
Trinker, 108.
Tyndall, 27.

Unger, 263.

Valenciennes, 209.
Vallès, 25.
Vallet (l'abbé), 262.

Verneuil (de), 192, 260, 272.
Vessélovski, 10.
Vézian (A.), 3, 132, 261.
Vibraye (de), 232.
Villa, 163.
Ville (Ludovic), 81.
Villanova (de), 4.
Villeneuve (de), 25.
Volger, 150.
Voltz, 60, 255.

Wagner, 78.
Wallich, 149.
Ward, 116.
Weber, 266.
Weltz (Ch.), 104.
Weston, 66.
Wheatley, 202.
Will, 2.
William Crookes, 55.
Winkler, 200.
Wolf, 188.
Worthen, 295.
Wyatt, 231.

Zehler, 265.
Ziégler, 298.
Zigno (A.), 264.
Zittel, 208.
Ziurek, 126.
Zulkowski, 88.

Paris. — Imprimé par E. Thunot et Cᵉ, 26, rue Racine.

550.5
R451
v.2
1861
Bran

LOCKED STACKS

DATE DUE

[redacted] TR ATING

STANFORD UNIVERSITY LIBRARIES
STANFORD, CALIFORNIA
94305